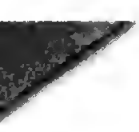


1. 5. 123

Digitized by Google

Digitized by Google

Phys 540

1. 5. 123

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.
TOME SECOND.

Digitized by Google

1.5.123

HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE

DEPUIS LA FONDATION

DE L'ÉCOLE D'ALEXANDRIE,

JUSQU'A L'ÉPOQUE DE M. D. CC. XXX.

Par M. BAILLY, Garde honoraire des Tableaux du Roi, de l'Académie Françoiſe, de l'Académie royale des Inſcriptions & Belles-Lettres, & de celle des Sciences, de l'Inſtitut de Bologne, des Académies de Stockolm, de Harlem & de Padouë, & de la Société des Antiquités de Caſſel.

NOUVELLE ÉDITION.

Magni animi res fuit rerum naturæ latebras dimovere, nec contentum exteriori ejus conſpectu introſpicere, & in Deorum ſecreta deſcendere.
Seneca, Quæſt. nat. Lib. VI, c. 5.

TOME SECOND.

A PARIS,

Chez DE BURE, Quai des Auguſtins, près la rue Pavée.

M. D. CC. LXXXV.

AVEC APPROBATION ET PRIVILÉGE DU ROI.

Digitized by Google

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE PREMIER,

De Képler.

§. PREMIER.

L'OPINION des mouvemens circulaires, conſidérés comme la marche la plus ſimple & le moyen unique de la nature céleſte, eſt le caractere de l'antiquité. Lorſque ce caractere s'efface, le regne des anciens eſt fini, celui des modernes, & leur ſupériorité commencent Nous ignorons ce qui eſt caché ſous le voile du tems, nous ne prétendons rien enlever au genie des premiers habitans de la terre; mais en jugeant ſur les faits ſeuls, nous ne trouvons dans les débris de l'Aſie, recueillis & raſſemblés en maſſe, que la connoiſſance des mouvemens

circulaires : & dans l'intervalle depuis les Hypparque & les Ptolémée juſqu'à Tycho, tout ce qui a été élevé ſur cette baſe, a pu n'être qu'une réminiſcence, un retour aux mêmes idées. La vraie forme des orbites planétaires, découverte par Képler, eſt le premier de nos titres. Depuis vingt-cinq ſiecles les hommes cherchoient la ſimplicité & marchoient vers elle. C'eſt pour elle que Copernic replaça le ſoleil au centre du monde ; c'eſt pour elle que Képler va détruire tous les épicycles que Copernic avoit laiſſés ſubſiſter : peu de principes, de grands moyens en petit nombre, des phénomènes infinis & variés, voilà le tableau de l'univers. Les anciens Grecs étoient imbus de cette philoſophie. Ptolémée s'excuſoit de la complication de ſon ſyſtême, il ſentoit que les mouvemens céleſtes doivent être ſimples ; il demandoit ſeulement ſi l'homme, à qui tout eſt difficile, eſt le juge de la véritable ſimplicité. Thalès, inſtruit de la ſageſſe des anciens, au milieu de la foule des êtres ſoumis à la vue & à l'obſervation, n'admettoit qu'un principe ; l'eau avoit tout fait, elle étoit la ſource de toutes les choſes exiſtantes. Anaxagore, auſſi économe que Thalès, regardoit le feu comme l'agent unique & univerſel ; l'activité de cet élément étoit le principe productif de l'univers. Démocrite, comme Deſcartes, ne demandoit que de la matiere & du mouvement pour conſtruire le monde.

§. II.

C'est une grande & belle idée que celle de l'économie de la nature : mais cette économie eſt ſon ſecret ; elle n'étale au dehors que magnificence & variété. Les êtres de même eſpece ſont différens en inſtinct, en force, en durée, aucun ne ſe reſſemble exactement par la forme, par la grandeur & par la couleur ; les eſpeces ſont à jamais marquées par des traits

ineffaçables : la nature a ſes trois regnes, ſéparés en apparence par des barrieres; elle a ſes quatre élémens, qui ſemblent diſtincts & même ennemis. Couverte par tant de phénomènes, ſon unité eſt profondément cachée, ſa ſimplicité eſt un principe vaſte & ſublime! Si les anciens Grecs l'ont connu, c'eſt qu'ils l'ont trouvé établi; ſi les Grecs, ſi les modernes, après eux, juſqu'à l'époque où nous ſommes, ont répété cette vérité, c'eſt qu'elle leur avoit été enſeignée.

Il eſt clair qu'elle n'a pu ſe préſenter d'elle-même. L'homme voit les choſes ſéparées, avant de les conſidérer enſemble, avant d'imaginer une chaîne pour les unir, des claſſes pour les diſtinguer; il a la notion de l'individu, avant d'avoir celle de l'eſpece. Or rien n'étoit moins ſimple que les ſyſtêmes des anciens : chaque opération de la nature avoit un agent. On trouve autant de divinités que de paſſions & de maladies : les arbres ne croîtroient point ſans les Nimphes qui les animent; les eaux ne couleroient point, ſi une déité ne ſiégeoit à leur ſource; Eole a ſous ſes ordres des dieux ſubalternes, pour ſouffler de toutes parts ſur la terre; les Tritons excitent ou calment les tempêtes de la mer; Pluton ſecoue les fondemens du monde; Jupiter lance la foudre; & l'arc en ciel eſt conduit par Iris, quand il brille ſur les nuages. L'unité de Dieu & de la nature étoit donc partout méconnue! S'il eſt évident que cette vaſte théogonie n'eſt qu'un traveſtiſſement de la phyſique des anciens, il faut avouer que la multiplicité des dieux prouve la multiplicité des cauſes. En écrivant cette hiſtoire, nous appercevons d'un côté que les hommes, perſuadés de la ſimplicité du mécaniſme de l'univers, tendent conſtamment à cette idée, même en s'en écartant : nous voyons de l'autre que cette idée eſt une des plus antiques qui nous ait été conſervée. La concluſion naturelle eſt que nous retournons au terme d'où nous ſommes

partis : telle eſt notre marche, nous parcourons toujours un cercle. Mais ce terme, ce premier commencement des travaux connus devoit être lui-même la fin d'une révolution. La ſimplicité n'eſt pas eſſentiellement un principe, un axiôme, c'eſt le réſultat des travaux ; ce n'eſt pas une idée de l'enfance du monde, elle appartient à la maturité des hommes ; c'eſt la plus grande des vérités que l'obſervation conſtante arrache à l'illuſion des effets : ce ne peut être qu'un reſte de la ſcience primitive. Lorſque chez un peuple, poſſeſſeur d'une mythologie compliquée, & qui n'a d'autre phyſique que ces fables, les philoſophes, voulant réduire la nature à un ſeul principe, annonceront que l'eau eſt la ſource de toutes choſes, ou le feu l'agent univerſel, nous dirons à ces philoſophes : vous parlez une langue qui n'eſt pas la vôtre ; vous avez ſaiſi par un inſtinct philoſophique ces vérités au-deſſus de votre ſiecle, de votre nation, & de vous-mêmes ; c'eſt la ſageſſe des anciens, qui vous a été tranſmiſe par tradition : & lorſqu'après deux mille ans écoulés, Képler viendra rendre à cette vérité ſes droits & ſa gloire, en l'appuyant de ſes preuves, en l'éclairant du jour de la démonſtration, nous admirerons la ſagacité & les reſſources d'un eſprit vaſte & profond ; mais dans le principe qui l'a guidé, nous reconnoîtrons encore la même ſageſſe, le fruit des premiers travaux des hommes & le reſte précieux de leur génie.

§. III.

Le privilége des grands hommes eſt de changer les idées reçues, & d'annoncer des vérités, qui répandent leur influence ſur le reſte des ſiecles. A ces deux titres Képler mérite d'être regardé comme l'un des plus grands hommes, qui ait paru ſur la terre. Hypparque, Ptolémée, Albategnius, Copernic,

Tycho lui-même, ont pu n'avoir aucun avantage ſur les premiers fondateurs de l'aſtronomie, dont quelques travaux nous reſtent dans les tables des Perſes, des Indiens, des Siamois, comme dans les belles périodes de l'aſtronomie ancienne. Képler, par l'aſcendant de ſon génie, commence notre ſupériorité; il a détruit l'édifice des anciens pour en fonder un plus ſtable & plus élevé. Il eſt le véritable fondateur de l'aſtronomie moderne, & c'eſt un préſent que la Germanie a fait à l'Europe.

Képler naquit à Wiel au pays de Wirtemberg, le 27 de Décembre 1571. Il alla en 1589 étudier la philoſophie à Tubinge, où il trouva un aſtronôme de quelque réputation, Michel Mœſtlin, qui fut ſon maître en mathématiques & en aſtronomie. Il y fit des progrès rapides, & dès l'année 1596, il publia un ouvrage conſidérable ſur la proportion & les rapports des orbes céleſtes, que toute ſa vie il a diſtingué par un amour particulier, comme l'aîné de ſes enfans. Mœſtlin, recommandable par un diſciple tel que Képler, l'eſt encore comme un des premiers partiſans de Copernic; car dans les commencemens de ce ſyſtême philoſophique, la vérité étoit neuve & ſans appui, elle étoit délaiſſée & ſolitaire; il falloit un bon eſprit pour démêler ſa grandeur dans cet abandon. Mœſtlin avoit fait un traité ſur les dimenſions des orbites des planetes dans l'hypothèſe de Copernic (*a*); ce fut ſans doute la leçon de Képler; mais il n'héſita pas, & nous remarquerons à ſon honneur qu'il fut copernicien, au moment où il vit le jour des ſciences. Ses eſſais furent des diſſertations ſur les deux mouvemens de la terre (*b*).

(*a*) Ce petit ouvrage eſt imprimé à la ſuite du *Myſterium coſmographicum* de Képler, p. 149, édit. de 1621.

(*b*) *Myſt coſmo.* p. 7. Elles ont été depuis inſérées par l'auteur dans l'*Epitome* de l'aſtronomie copernicienne, *Lib. I & Lib. IV.*

§. IV.

Avant de parler de l'ouvrage de Képler ſur la proportion des orbes céleſtes, nous devons expliquer les trigones aſtrologiques qui en furent l'occaſion.

Trigone eſt un mot emprunté de la géométrie ; il ſignifie une figure de trois angles ; trigone eſt donc ſynonyme de triangle. Lorſque trois aſtres ſe partagent le zodiaque, de maniere qu'ils ſont éloignés les uns des autres de 120°, ils forment un trigone. C'eſt ce qu'on appelle auſſi le trine aſpect. On forma encore des trigonesen uniſſant les ſignes éloignés de 120°.

1°. Le Bélier, le Lion, le Sagittaire.
2°. Le Taureau, la Vierge, le Capricorne.
3°. Les Gémeaux, la Balance, le Verſeau.
4°. L'écreviſſe, le Scorpion, les Poiſſons.

Ces trigones des ſignes furent appelés les triplicités. Comme elles étoient égales en nombre aux élémens, comme jadis les nombres avoient beaucoup d'empire ſur les idées, on donna à ces trigones les noms & les propriétés des quatre élémens. Le premier eſt le trigone du feu, le ſecond de la terre, le troiſieme de l'air, le quatrieme de l'eau (*a*).

L'origine de ces trigones eſt la remarque que l'homme a faite de quatre qualités principales dans les élémens, le chaud, le froid, le ſec & l'humide. Ne pouvant comprendre d'où lui venoient ces températures, il les plaça dans le ciel, d'où elles pouvoient deſcendre ſur lui, & il les diſtribua dans les ſignes du zodiaque.

(*a*) Képler, *de ſtellâ novâ*, 1606, page 13.

Digitized by Google

§. V

Mais on demandera pourquoi les ſignes aſſemblés par trois, n'ont pas été pris de ſuite ? On eſt aſſez embarraſſé de trouver la raiſon de ces extravagances, aujourd'hui que les erreurs accumulées en cachent le principe. Cependant il ſemble que tout cela fut réglé ſur les conjonctions de Jupiter & de Saturne. Ces conjonctions ſe renouvellent tous les vingt ans, & de maniere que ſi la premiere eſt arrivée dans le ſigne du Bélier, la ſeconde arrive dans le ſagittaire, la troiſieme dans le Lion. Voilà les trois ſignes du trigone du feu. Ces conjonctions demeurent dans ces trois ſignes pendant deux cens ans, avec cette circonſtance remarquable, qu'elles parcourent les trois ſignes dans l'eſpace de ſoixante ans : ce qui peut être la ſource de la période de ſoixante ans, qui a été univerſelle dans l'Aſie. Neuf conjonctions de ſuite reviennent dans le même ordre pendant 180 ans ; la dixieme arrive dans le premier ſigne du même trigone ; l'onzieme paſſe au premier ſigne du trigone ſuivant. Il y a donc un intervalle de vingt ans, avant de paſſer d'un trigone à l'autre, mais l'ordre ſe conſerve pendant 180 ans. Il n'en faut pas davantage pour fonder la période de 180 ans que nous avons trouvée chez les anciens Tartares, ou du moins chez les peuples qui ont précédé les barbares appelés de ce nom. Nous n'en connoiſſions point alors l'origine ; celle que nous donnons ici eſt vraiſemblable. Puiſque la période a exiſté, elle a été fondée ſur quelque raiſon ; on ne doit point chercher cette raiſon ailleurs que dans le ciel bien ou mal connu. L'aſtrologie a eu tant de crédit ſur l'eſprit des hommes que dans les tems où elle a régné, elle a eu une grande part aux inſtitutions ſociales. On en a la preuve à la Chine, où l'eſprit antique doit être conſervé dans ſa pureté. L'aſtrologie eſt ſur

le trône & regle l'adminiſtration : voici donc encore deux faits qui concourent au même but ; la période de 180 ans, qui appartient à la Tartarie, étant liée à l'aſtrologie, place également dans cette région la connoiſſance, & peut-être l'invention de cette erreur : & d'un autre côté l'aſtrologie à la Chine, auſſi ancienne que l'empire, réglant tout dès les commencemens, ſemble y avoir été apportée de la Tartarie, d'où les Chinois ſont évidemment ſortis.

La période, qui ramene les conjonctions aux mêmes points, eſt d'environ 800 ans : deux ſiecles faiſoient donc une ſaiſon de cette grande année. Il a fallu attribuer une température à chacune de ces ſaiſons, & aux trois ſignes qui y répondoient. C'eſt ainſi que ces ſignes ont été raſſemblés, & qu'on les a répartis dans les quatre triplicités du feu, de la terre, de l'air & de l'eau (*a*).

§. VI.

Képler, en expliquant à ſes diſciples les propriétés de ces trigones, leur faiſoit remarquer que les lieux conſécutifs de ces conjonctions dans le zodiaque pris trois à trois, & joints par des lignes, forment une ſuite de triangles, continuellement inſcrits dans ce cercle ; mais il remarqua lui-même que toutes ces lignes en ſe croiſant, laiſſoient un eſpace vide dans le milieu ; il vit qu'on pouvoit y inſcrire un nouveau cercle, touché par toutes ces lignes. Il apperçut que les rayons de ce cercle, & de celui qui repréſentoit le zodiaque, étoient entre eux dans le rapport des diſtances de Jupiter & de Saturne au Soleil. Il n'en fallut pas davantage pour enflammer l'imagination de Képler ; il chercha ſi en inſcrivant d'autres figures

(*a*) Képler, *de ſtellâ novâ*, pages 25 & 27.

au

au cercle, il ne pourroit pas trouver les proportions des diſtances des autres planetes ; mais une réflexion l'arrêta. Chaque diſtance, qui ſépare la planete & le ſoleil, eſt le rayon d'une ſphere dont le ſoleil eſt le centre. Puiſque la nature offre ici trois dimenſions, il faut meſurer ces proportions, non par des ſurfaces qui n'ont que deux dimenſions, mais par des ſolides qui en ont également trois. Képler ſaiſit alors l'idée de Pythagore, qui a comparé les élémens aux corps réguliers de la géométrie (*a*). Ces idées myſtérieuſes de rapport & d'harmonie étoient faites pour plaire à Képler, qui avoit de l'imagination. En conſéquence, comme il y a ſix planetes qui tournent autour du ſoleil, & cinq intervalles, il compara ces intervalles aux dimenſions des cinq corps réguliers ; & de combinaiſons en combinaiſons, il parvint à l'arrangement ſuivant, en partant de l'orbe de la terre, qui eſt la meſure commune de tous les autres. Si l'on circonſcrit un dodécaèdre, ou le ſolide de douze faces, au cercle de notre orbe, & qu'enſuite on circonſcrive un autre cercle à ce dodécaèdre, ce ſera l'orbe de Mars : ſi à ce dernier cercle on circonſcrit un tétraèdre, ou le ſolide formé de quatre plans, le cercle qui l'enfermera ſera l'orbe de Jupiter : ſi à cet orbe de Jupiter on circonſcrit un cube, ou le ſolide à ſix côtés, le cercle qui terminera tout, en l'enveloppant, ſera l'orbe de Saturne. Revenons à la terre ; nous ſommes partis de la partie extérieure de ſon orbe, entrons dans l'intérieure : ſi l'on y inſcrit un icoſaèdre, ou un ſolide de 20 côtés,

(*a*) Il n'y a que cinq corps réguliers, c'eſt-à-dire, dont la ſurface ſoit formée par un nombre de plans égaux & réguliers : le cube, qui eſt formé de ſix quarrés : le tétraèdre de quatre triangles équilatéraux : l'octaèdre de huit des mêmes triangles : l'octaèdre, qui eſt encore formé de vingt des mêmes triangles : enfin le dodécaèdre, compoſé de douze pentagones. Il ne peut pas y avoir d'autres corps réguliers que ceux-ci : quelque eſpece de plans que l'on combine, on ne parviendra jamais à cofermer une ſolidité par d'autres plans réguliers, ou en autre nombre que ceux qui ſont indiqués ici.

le cercle inſcrit dans ce ſolide ſera l'orbe de Vénus : ſi dans cet orbe on inſcrit un octaèdre, ou le ſolide formé de huit plans, le dernier cercle inſcrit dans ce dernier ſolide ſera l'orbe de Mercure (*a*).

§. VII.

KÉPLER, dans d'autres ſpéculations ſur le nombre & les diſtances des planetes, avoit oſé en créer deux, l'une placée entre Jupiter & Mars, l'autre entre Vénus & Mercure, & ces planetes imaginaires étoient inviſibles à cauſe de leur petiteſſe (*b*). La découverte précédente lui fit changer d'avis; il trouva que l'hypothèſe donnoit aſſez exactement les proportions des planetes, & cette propriété ſinguliere lui parut ſuffiſante pour fonder le nombre des ſix planetes. Dieu n'en avoit pas créé davantage à l'entour du ſoleil, parce qu'il n'avoit permis aux formes de la matiere que cinq corps réguliers; & parce que l'harmonie du monde demandoit que les proportions admirables des orbes céleſtes fuſſent repréſentées par celles des cinq corps. Si nous offrons ici ces combinaiſons inutiles & ces découvertes infructueuſes, c'eſt que nous n'avons pas entrepris l'éloge de l'eſprit humain. Ce n'eſt point un réſumé de ſes découvertes & de ſes chefs-d'œuvres, c'eſt ſon hiſtoire. Vous ne le connoîtrez point, en vous diſant ce qu'il a fait, il faut vous dire comment il y eſt parvenu : il faut que ſa marche ſoit développée; ſi cette marche eſt tortueuſe, ſi elle a des détours vagues & incertains, cette incertitude même eſt l'inſtinct qui le fait errer autour de ſon objet, en attendant le moment du génie.

Nous ne détaillerons point ici toutes les raiſons que Képler trouve & donne pour motiver l'arrangement des corps céleſtes,

(*a*) *Myſter. coſmog. in præf.* p. 10 & Cap. II. (*b*) *Ibid.* p. 7.

& l'ordre des corps réguliers, qui ſont inſcrits dans les cercles des planetes (*a*). La folie de l'homme a toujours été de vouloir pénétrer les premieres raiſons de la nature, qui ſeront toujours inconnues.

On peut remarquer la manie de ce ſiecle, de mêler les choſes ſacrées aux choſes qui ne ſont que pour la curioſité, ou pour l'utilité mondaine des hommes. Képler conſidere trois grandes choſes qui ſont en repos; le ciel des fixes, le ſoleil & l'intervalle énorme qui les ſépare; il les compare tout de ſuite à la Trinité, & la figure ſphérique, qui eſt celle de l'univers, qui en renferme toutes les parties, eſt l'image de l'Être ſuprême, qui enveloppe tout de ſon immenſité (*b*).

§. VIII.

La réputation de Képler le fit appeler pour enſeigner à Gratz en Stirie; & ſon ouvrage des Proportions des orbes céleſtes, qu'il envoya à Tycho, lui valut le ſuffrage de ce grand aſtronôme. Leur connoiſſance commença par lettres; Tycho, qui vit un jeune homme dominé par l'imagination, lui conſeilla de s'appliquer à l'obſervation avant de remonter aux cauſes. Il l'aſſura qu'il trouveroit plus de vérité dans ſes hypothèſes que dans celles de Copernic. Cependant il ſentit que Képler ſeroit ſon ſucceſſeur, & il deſira paſſionnément de l'avoir auprès de lui. Tycho lui fit donner le titre de mathématicien de l'Empereur, avec des penſions. Képler ſuivi de ſa famille, vint s'établir à Prague; mais il fut tourmenté d'une fiévre aſſez longue, qui troubla les études qu'il pouvoit faire auprès de Tycho. Képler paroît auſſi s'être plaint à ſon ancien

(*a*) *Myſterium coſmographicum*, p. 25.
(*b*) *Ibid.* p. 7. *Epitome Aſtron. Copern.* Lib. I. p. 12, Lib. IV, p. 437.

maître Mœſtlin : Tycho avoit des réſerves pour lui ; le tréſor de ſes obſervations amaſſées étoit fermé. Képler avoit beau demander qu'on lui communiquât les théories des planetes, leurs excentricités, les rapports de leurs diſtances, pour vérifier ſes hypothèſes harmoniques, Tycho cachoit la plupart de ces choſes (*a*) ; ſoit qu'il voulût modérer l'ardeur du jeune homme, ſoit qu'il ne pût avoir une confiance entiere dans un partiſan de Copernic, ſoit enfin que la méchanceté des hommes qu'il avoit éprouvée, l'eût rendu défiant. Enfin Tycho mourut, & Képler ſe vit en poſſeſſion de ſon héritage aſtronomique. Il fut chargé par l'Empereur de continuer à dreſſer les Tables que Tycho établiſſoit ſur ſes obſervations lorſqu'il mourut. Ces Tables devoient être dédiées à l'Empereur, & nommées de ſon nom Tables *Rudolphines*. Képler, avec un zele que Tycho méritoit, y travailla pendant vingt ans (*b*).

§. IX.

Successeur de Tycho, élevé comme lui ſur le trône de l'aſtronomie, Képler ſentit les charges de la ſouveraineté & s'en impoſa tous les devoirs. Il parcourut ſes domaines, en viſita les différentes parties, pour en approfondir les abus ; il étoit entraîné par l'eſprit réformateur. L'optique étoit depuis longtems négligée ; nous n'avions de cette ſcience que ce qu'en avoit créé Ptolémée, traduit par Alhazen, & commenté par Vitellion. L'optique, dans le ſens le plus général du mot, a pour objet tout ce qui concerne la viſion. La lumiere fut produite pour embellir le monde, & l'œil fut créé pour la voir ; elle tombe ſur les corps, ſe ſaiſit de leur empreinte, & la tranſportant partout, elle a des pinceaux & des couleurs pour

(*a*) Gaſſendi, *in vitâ Tych.* p. 460. (*b*) *Myſt. coſmogr.* pag. 5, édit. 1621.

peindre, elle forme ſur la rétine la miniature du monde, & lie à l'exiſtence de l'homme celle de toûs les êtres qui l'environnent. L'optique embraſſe donc le mécaniſme de l'œil, qui voit les objets, la nature des rayons de lumiere, & la marche de ces rayons réfléchis, réfractés, ou altérés dans les différens milieux qu'ils traverſent pour venir juſqu'à nous. Une choſe eſſentielle dans toute recherche, c'eſt de connoître l'inſtrument qu'on employe, d'en apprécier les erreurs : la vue eſt le premier inſtrument de l'aſtronomie ; la lumiere eſt encore une eſpece d'inſtrument, puiſqu'elle nous avertit de l'exiſtence & de la préſence des choſes ; il faut examiner comment elle agit, il faut ſavoir ſi ſes avis, ſi ſes rapports ne ſont pas mêlés de vérités & d'erreurs. Voilà les objets que ſe propoſa Képler, en étudiant l'ouvrage d'Alhazen & de Vitellion, pour le corriger & l'augmenter. Ce n'eſt point que Képler ait connu la nature de la lumiere que Newton devoit approfondir ; mais des excavations commencées, quelques filons de métal découverts, donnent l'eſpérance d'une mine riche, & reſtent pour inviter les générations ſuivantes à de nouveaux travaux.

§. X.

De tous les effets optiques, le plus important eſt la réfraction, ou le changement de route que la lumiere éprouve dans notre atmoſphere ; toutes les obſervations ſont affectées de cette erreur. Tycho le premier en avoit meſuré la quantité, mais il en connut mal la marche ; il faiſoit ceſſer la réfraction à 45° de hauteur, comme ſi l'air, où les rayons ſe détournent, ne nous enveloppoit pas de toutes parts. Cette erreur naiſſoit de l'incertitude de la cauſe. Tycho croyoit avec Rothman que la réfraction étoit cauſée par la matiere la plus groſſiere de l'air, par la matiere qui produit les crépuſcules, & qui n'eſt

pas fort élevée (*a*). C'eſt pourquoi, ſelon eux, les réfractions n'étoient plus ſenſibles à quelque diſtance de l'horizon. Ces aſtronômes n'avoient qu'un tort, s'étoit de donner trop d'influence aux vapeurs terreſtres, & d'y chercher la principale cauſe de la réfraction. Le principe eſt ſimple, le rayon de lumiere, en paſſant de l'éther, qui eſt infiniment ſubtil, dans l'air qui l'eſt beaucoup moins, ſe détourne de ſa route. Il s'en détourne encore quand il rencontre des maſſes d'un air plus denſe, comme eſt celui qui avoiſine la ſurface de la terre; air chargé du poids de l'atmoſphere, & en outre épaiſſi par les exhalaiſons du ſol. Cet air denſe, ces vapeurs contribuent donc à augmenter la réfraction déjà produite au paſſage de l'éther dans l'air.

Képler, pour connoître les réfractions de l'air, imagina de ſe ſervir de celles de l'eau : Vitellion les avoit meſurées. En effet, ſi l'on regarde perpendiculairement un objet, placé au fond d'un vaſe plein d'eau, on verra cet objet dans le lieu qu'il occupe réellement. Mais ſi l'œil ſort de la perpendiculaire, en s'abaiſſant continuellement vers le plan horizontal de la ſurface de l'eau, l'objet ſortira de ſa place en ſens contraire, & s'élevera continuellement ; ces déplacemens ſont l'effet de la réfraction : leurs quantités meſurées peuvent donc faire juger de ſa marche. Képler remarqua que la réfraction croiſſoit avec les abaiſſemens de l'œil, il penſa qu'elle dépendoit de l'inclinaiſon du rayon viſuel, ce qui eſt vrai ; il en attribua la cauſe à la réſiſtance du milieu, où la lumiere a peine à ſe mouvoir (*b*) ; ce qui devoit paroître alors fort vraiſemblable. Mais il remarqua que la réfraction croiſſoit beaucoup plus vîte que les angles d'inclinaiſon, ſur-tout en

(*a*) Képler, *Paralip. ad Vitellion.* p. 77. (*b*) *Ibid.* p. 15 & 110.

approchant de la ſurface de l'eau; il crut voir deux effets dans la réfraction, il la décompoſa, & il établit une premiere partie fort petite, qu'il appeloit la réfraction ſimple, & qui étoit proportionnelle aux angles d'inclinaiſon. Cette réfraction ſimple, multipliée par la ſécante des mêmes angles, donnoit la véritable réfraction (*a*). Ayant trouvé cette loi par les réfractions dans l'eau, il l'appliqua aux réfractions dans l'air & il trouva qu'elle repréſentoit aſſez bien les quantités obſervées par Tycho. En effet les réfractions qu'il calcula ſont très-petites & preſque inſenſibles depuis le zénith juſqu'à quarante-cinq degrés, où elles commencent à croître toujours de plus vîte en plus vîte juſqu'à l'horizon (*b*).

Il faut remarquer que Képler donne à la cauſe toute ſa généralité; il ne penſe pas qu'elle ceſſe ni à 20 ni à 45°, comme Rothman & Tycho l'avoient ſuppoſé. S'il n'a pas trouvé la vraie loi, la vraie meſure, il a du moins montré qu'il y en avoit une, & ſes efforts infructueux ont invité à des efforts plus utiles. Si nous conſidérons ce travail du haut de nos ſciences perfectionnées, nous n'y verrons qu'une vérité manquée; mais ſi nous nous tranſportons au tems de Képler, nous y verrons un premier ſuccès de l'eſprit inventeur.

§. XI.

Képler fit encore un pas vers la vérité, & pour la généralité de la cauſe des réfractions; il établit qu'elles étoient les mêmes pour tous les aſtres. L'air eſt une glace au travers de laquelle nous voyons les objets; la réfraction eſt un défaut de cette glace, & le défaut affecte tous les objets dont elle nous tranſmet les images. Tycho avoit cru que la diſtance de l'aſtre,

(*a*) *Paralip. ad Vitel.* p. 113 & 114. (*b*) *Ibid.* p. 124 & 125.

le chemin que la lumiere parcourt juſqu'à nous, influoit ſur la réfraction, comme ſi le rayon ſe détournoit de ſa route à proportion de ſon affoibliſſement. Képler montra que la lumiere forte & foible ſuivoit la même route. Aux confins de notre atmoſphere les obſtacles ſont les mêmes pour la lumiere voiſine, & pour la lumiere éloignée ; en entrant dans notre monde terreſtre, elle eſt ſujette aux mêmes loix, & elle ne conſerve d'autre caractere de la diſtance que la diminution de ſon éclat.

Ces connoiſſances étoient étendues par des vues aſſez fines. Rothman prévoyoit que la réfraction ne devoit pas être conſtante dans le même lieu (*a*) : elle devoit être différente dans les différentes ſaiſons, & à raiſon d'un air plus ou moins chargé de vapeurs. Tycho ſoupçonnoit que la conſtitution du ſol, qui éleve ces exhalaiſons, devoit faire varier la réfraction dans les climats divers : ces vues étoient jetées comme l'objet des recherches futures ; elles ont été confirmées par les travaux des modernes.

§. XII.

Un phénomène, obſervé du tems même de Képler, lui confirma que la réfraction n'étoit pas la même ſur toute la face de la terre (*b*). Tandis que les Portugais & les Eſpagnols ſe diſputoient l'empire des Indes & ſes richeſſes, & s'attribuoient excluſivement la route par le cap de Bonne-Eſpérance ; les Hollandois, commerçans actifs, cherchoient par le nord une route plus paiſible vers les contrées, qui produiſent le thé & les épiceries. Barentz, en 1596, ſe propoſa de la découvrir ; il s'avança avec hardieſſe vers ce pôle, qui eſt aujourd'hui

(*a*) *Paralip. ad Vitel.* p. 137. (*b*) *Ibid.* p. 138.

le

le ſéjour des glaces : la mer en eſt couverte la plus grande partie de l'année ; & lorſque l'été de ces climats briſe ce ſol glacé, ou lorſque l'hiver ſe prépare à le former, les montagnes de glace ſe diſperſent ou ſe raſſemblent, & ſemblables à des écueils flottans, menacent les vaiſſeaux qui oſent tenter le paſſage. Si le paſſage exiſte, il eſt donc un intervalle de tems qu'il ne faut ni prévenir, ni manquer. Barentz, ſurpris par la mauvaiſe ſaiſon, fut enveloppé de toutes parts, la mer ſe ferma autour de ſon vaiſſeau, & le livra, ainſi que ſes compagnons d'infortune, à toutes les rigueurs du froid. Ils étoient près de la nouvelle Zemble, iſle ſituée vers 76° de latitude ; c'eſt là qu'ils paſſerent quelques mois avec les reſſources du courage & de l'induſtrie, au milieu d'une atmoſphere glacée, s'enterrant pour moins ſentir ſa rigueur, craignant chaque jour de périr par le froid ou par la famine, & obligés de défendre leur vie contre des ours encore plus affamés qu'eux. Ils ſemblent avoir échappé à ces dangers pour nous inſtruire d'un phénomene aſtronomique. Le 3 Novembre ils virent pour la derniere fois le ſoleil. Cet aſtre, qui eſt l'image de la vie, qui donne au moins l'eſpérance de la chaleur, les laiſſa ſans conſolation dans une nuit entiere, ou du moins dans la foible lueur des crépuſcules, réfléchie ſur la neige, & peut-être plus triſte encore que la nuit profonde. Cependant le ſoleil auroit dû les abandonner plutôt ſans la réfraction : à 76° de latitude l'équateur eſt élevé ſur l'horizon de 14°, le ſoleil doit diſparoître lorſqu'il deſcend à cet abaiſſement au-deſſous de l'équateur. Mais le 3 Novembre il ſe montroit encore un inſtant, quoiqu'il fût abaiſſé de $15° \frac{1}{2}$: la réfraction l'élevoit donc de $1° \frac{1}{2}$; & quand même les malheureux voyageurs ſe ſeroient trompés ſur l'eſtimation de la latitude d'un lieu où ils attendoient la mort, ayant perdu le ſoleil quarante-huit jours avant le ſolſtice,

ils ne devoient l'attendre que quarante-huit jours après, c'eſt-à-dire, le 7 Février : il reparut inopinément le 24 Janvier, & vint rompre les chaînes dont la nature les avoit liés dans cet exil. Si l'on peut s'en rapporter au récit des Hollandois, la réfraction de ces zônes froides paroît donc beaucoup plus grande que celle de nos régions tempérées. Le froid, en condenſant l'air, y contribue ſans doute ; mais Képler vit dans le phénomène une vérité que M. Bouguer a prouvée depuis par des obſervations délicates ; c'eſt que cette différence tient à la hauteur où l'on eſt dans l'atmoſphere (*a*). Sur notre terre raboteuſe, creuſée en vallons, hériſſée de montagnes, & partout couverte de pentes inégales, il n'y a de véritable niveau que la ſurface des eaux : les lieux qu'elles occupent ſont en même tems les plus abaiſſées ; toutes les terres ſont néceſſairement & inégalement élevées au-deſſus d'elles. Les Hollandois n'avoient pas choiſi un aſile éloigné de leur vaiſſeau, ils habitoient les bords de la mer. Dans cet endroit bas le rayon de lumiere qui y parvient, raſe de plus près la ſurface de la terre, il rencontre dans ſon trajet un air plus épais, & il éprouve une réfraction plus grande. Lorſqu'on s'éleve dans l'atmoſphere avec les inégalités du globe, le rayon traverſe des couchess d'air plus hautes, plus pures, moins denſes, & la réfraction eſt plus petite. Képler annonça même qu'à une certaine hauteur il n'y auroit plus de réfraction ſenſible (*b*).

§. XIII.

Képler, en méditant ſur la marche de la lumiere, créa une nouvelle ſcience, qu'il intitula *Aſtronomie optique ;* ſcience compoſée & du mouvement des aſtres, & des phénomènes de

(*a*) *Paralip.* p. 134 & 139. (*b*) *Ibid.* p. 135.

la lumiere qui nous les fait appercevoir. Une inſpection attentive ne voyoit plus de limites pour ſéparer les ſciences. La nature, diviſée par les premieres vues, ſe recompoſoit, devenoit unique & indiviſible par des vues plus grandes. Dans les opérations de l'économie animale, la nature entiere conſpiré pour l'entretien ou pour la deſtruction de la vie : les alimens ſe décompoſent, les liqueurs ſe forment par les affinités chimiques ; elles coulent, elles s'élevent, & ſe diſtribuent par les loix de la mécanique ; leurs routes tortueuſes décrivent des courbes qui appartiennent à une géométrie profonde & inacceſſible ; & tandis que le ſuc le plus ſubtil, tranſmis par les nerfs, s'en va nourrir l'organe de la penſée & faire éclorre les germes du génie, des ſucs plus groſſiers font végéter d'autres parties : nous portons des plantes comme la terre qui nous porte. Mais ces végétaux mêmes ne s'élevent point à la ſurface du globe, ſans que la phyſique générale ait préparé & le ſol qui les fait naître, & l'air qui les nourrit ; leur développement eſt à la fois un problême de chimie, de mécanique & de géométrie : il faut que le ſoleil monte à une certaine hauteur pour amener leur maturité, & que les forces des aſtres s'uniſſent pour faire fouffler des vents favorables, ou pour écarter les vents contraires. L'aſtronomie, la ſcience des objets qui ſont ſi loin de nous, n'eſt pas plus ſéparée, ni plus ſolitaire que les autres : elle eſt inſéparablement unie à la mécanique par le calcul des forces & des vîteſſes, à la géométrie par la deſcription des routes parcourues dans l'eſpace ; elle tient à l'oprique par la lumiere ; elle tient à tout le reſte de la nature par notre atmoſphere, qui eſt le voile à travers lequel paſſent les images des choſes, par l'organe de la vue, par l'homme lui-même, qui dépend de tout. Qui ſait même ſi l'aſtronomie n'a pas d'autres rapports avec la phyſique ? L'attraction des globes

céleſtes eſt ſemblable à celle de l'aimant ; il eſt poſſible que la matiere magnétique ait quelque analogie avec le fluide électrique, avec le fluide nerveux ; & ces fluides ne ſont peut-être que les modifications d'un fluide univerſel, qui eſt dans la nature le grand reſſort du mouvement.

§. XIV.

Cette application de l'optique à l'aſtronomie perfectionna la théorie des éclipſes, & ſervit à expliquer quelques-uns de leurs phénomènes. Les anciens, en reconnoiſſant qu'elles étoient cauſées par le paſſage de la lune dans l'ombre de la terre, avoient cru que cette ombre étoit pure & ſans mélange, comme celle qui eſt produite par les corps opaques, dans un lieu à l'abri de tout réflet. Mais la terre ſe trouve dans une circonſtance particuliere, qui la diſtingue des autres corps opaques, c'eſt l'atmoſphere qui l'enveloppe. Les rayons paſſent dans cette atmoſphere, s'y plient, & portés par ce détour dans le cône d'ombre, y répandent en quelques endroits de la clarté (*a*) ; c'eſt ce qu'on appelle l'ombre claire. Il en réſulte que la lune, quand elle y eſt plongée, eſt très-diſtinctement viſible, ainſi que ſes différentes parties : quelquefois le centre de la lune eſt obſcur, parce qu'il eſt dans l'ombre vraie, les bords qui ſont dans l'ombre claire, ſe laiſſent appercevoir : dans d'autres tems, qui ſont aſſez rares, la lune étant plus éloignée de la terre, au-delà du terme où tombent les rayons réfractés, elle eſt dans une obſcurité totale, & elle diſparoît tout-à-fait. Ces bizarreries avoient long-tems intrigué les anciens ; cette lumiere, conſervée par la lune dans un lieu qu'ils croyoient totalement

(*a*) Dans ce cône d'ombre les rayons ſe croiſent & éclairent foiblement un eſpace qui a la figure d'une croix de St. André ; *voy.* la fig. I.

privé de clarté, leur avoit paru propre à la planete. Képler, qui avoit des idées de phyſique très-ſaines, ramena ce phénomène à ſa véritable explication (*a*). Il ajouta encore à la théorie des éclipſes la pénombre que les anciens n'avoient pas connue (*b*). La pénombre eſt une ombre foible, un commencement d'obſcurité. Repréſentons-nous le ſoleil comme un large flambeau, projetant derriere la terre une ombre conique; lorſque la partie antérieure de la lune s'y plonge, cette partie ne voit plus le ſoleil, & abſtraction faite des rayons réfractés, elle doit être dans une obſcurité totale. Mais l'obſcurité n'arrive pas ſubitement; le ſoleil a une grandeur conſidérable, cette partie ne le perd pas de vue en un inſtant, elle ceſſe de le voir par degrés: d'abord une portion, puis la moitié, enfin la totalité diſparoît. La lumiere qu'elle reçoit, ainſi que les autres parties ſucceſſives de la lune, diminue en proportion; le paſſage de la lumiere à l'obſcurité ſe fait par des nuances graduées, & ces nuances d'une lumiere affoiblie ſont ce que nous appelons la pénombre. Elle précede toujours ſur le diſque de la lune, l'entrée de la véritable ombre qui fait le commencement de l'éclipſe.

§. XV.

La lune, dans ſes éclipſes totales, eſt ſouvent teinte d'un rouge ſombre, où les anciens voyoient une couleur de ſang. Képler qui ſavoit qu'elle eſt alors éclairée par la lumiere du ſoleil détournée & pliée dans l'atmoſphere, annonça avec confiance que cette lumiere étoit ainſi colorée par la réfraction (*c*). Il fut conduit ſans doute à cette idée par la vue de ces nuages pourprés, qui le jour recoivent un vif éclat d'une lumiere

(*a*) Képler, *Paralip. ad Vitellionem*, pag. 268.
(*b*) *Ibid.* p. 239.
(*c*) *Ibid.* p. 276.

Digitized by Google

forte & directe ; nuages qui vers le ſoir ont repréſenté des armées ſanglantes à l'imagination craintive des hommes, tandis que le matin, après le repos de la nuit, au retour de la lumiere, les poëtes n'y onr vu que le réveil d'une déeſſe & l'eſpérance d'un beau jour.

Képler, avec ſon maître Mœſtlin, établit que la lune & la terre s'éclairoient mutuellement (*a*). C'eſt le ſymbole de l'égalité des êtres créés & de leurs ſervices réciproques. La terre, où habite une eſpece orgueilleuſe, n'eſt pas faite pour être ſervie ſans ſervir elle-même ; elle renvoie ſur la lune la lumiere qu'elle reçoit du ſoleil ; la lune lui voit des phaſes, comme nous en voyons à la lune même. Tous les mois nous nous montrons à elle ſous l'humble apparence d'un croiſſant ; & tous les mois auſſi notre terre, qui a cependant quelque ſupériorité par la grandeur, tournant vers elle ſa face entierement éclairée, paroiſſant pleine, lui jette dix à douze fois plus de lumiere qu'elle n'en reçoit dans la pleine lune. Cette lumiere réfléchie produit deux phénomenes. Lorſque la lune éclipſe le ſoleil, lorſqu'elle eſt par conſéquent tout-à-fait privée de la lumiere directe, ces rayons réfléchis éclairent ſa face obſcure, & la rendent viſible pour nous. Lorſque la lune eſt nouvelle, & ſous la forme de croiſſant, par un ciel pur & ſerein, la même lumiere réfléchie nous fait appercevoir le globe entier, au moyen d'une nuance claire & cendrée qui y eſt répandue Ce ſont ces divers phénomènes qui avoient fait croire aux uns que la lune avoit une lumiere propre, aux autres qu'elle avoit quelque tranſparence. Cette derniere opinion, conſervée par Vitellion, datoit de Plutarque. Reinhold, aſtronôme d'ailleurs éclairé, approuvoit aſſez cette explication. Tycho-Brahé croyoit

(*a*) *Paralip.* ou *Aſtron. opt.* p. 252.

que la lumiere cendrée étoit fournie par Vénus. Képler détruiſit abſolument toutes ces erreurs, & fit hommage de la vérité à Mœſtlin, qui l'avoit adoptée le premier (*a*).

On croyoit alors que les taches de la lune étoient des erreurs de la vue (*b*). Les hommes commençoient à ſe défier de leurs organes, & la défiance va toujours trop loin, ſur-tout dans ſes commencemens. Képler montra, en recevant l'image de la lune ſur un papier blanc, dans une chambre noire, que les taches y étoient ſenſibles, y avoient la même place, la même forme, la même étendue que ſur le diſque même. Il rappela le ſentiment des anciens, en regardant la lune comme une terre ſemblable à la nôtre. Les taches ſont des parties moins propres à réfléchir la lumiere. Il remarqua que le cercle de l'ombre dans les éclipſes n'étoit pas terminé comme il devoit l'être ſur une ſurface égale & unie. Il y vit des breches, comme ſi l'ombre s'enfonçoit dans les vallées, tandis que la lumiere ſe conſerve ſur les montagnes (*c*). Ces choſes ſont aiſées à voir par le moyen du téleſcope; mais il n'étoit pas encore inventé. Képler fit cette remarque, avec le génie, qui eſt le plus puiſſant des inſtrumens & des organes.

§. XVI.

La chambre obſcure, récemment inventée par Jean-Baptiſte Porta, fournit quelque utilité à l'aſtronomie. Tycho avoit remarqué que l'image du ſoleil, qui ſe peint ſur une muraille ou ſur un papier blanc dans cette chambre privée de lumiere, étoit propre à meſurer le diametre du ſoleil. Les rayons de cet aſtre ſe croiſent en paſſant par l'ouverture qui donne entrée

(*a*) Képler, *Paralip.* ou *Aſtronom. opt.* pag. 254.

(*b*) *Ibid.* p. 247.

(*c*) *Ibid.* p. 242.

au rayon, un œil qui y ſeroit placé, verroit le ſoleil & l'image ſous un même angle & d'une même grandeur. Pour avoir la grandeur du ſoleil, il ne s'agit que de prendre l'étendue de l'image, l'angle dépend de ſa diſtance à l'ouverture. Ceci eſt exact, tant que cette ouverture n'eſt qu'un point, mais lorſqu'elle a une grandeur ſenſible, les rayons s'écartent en conſéquence, cette grandeur s'ajoute à celle de l'image; il faut donc ſouſtraire le diametre de l'ouverture de celui de l'image meſurée. Cette attention ne manqua pas à Tycho (*a*) : nous ignorons ſi l'idée lui appartient; mais voilà le premier indice que nous en trouvons. Képler fit beaucoup d'uſage de cette méthode & de la chambre obſcure. Cependant, comme il falloit meſurer le diametre de l'image avec un compas, tandis que cette image marche avec le ſoleil, ce mouvement rendoit la meſure incertaine. Mœſtlin imagina d'avoir ces meſures toutes faites ſur le papier blanc qui recevoit l'image; il y traça une infinité de cercles concentriques, dont les diametres étoient meſurés; un coup d'œil ſuffiſoit pour décider lequel de ces cercles enfermoit l'image du ſoleil (*b*). Cette invention ingénieuſe a été très-utile depuis pour l'obſervation des éclipſes. Mœſtlin s'en ſervoit dès-lors pour connoître le nombre des doigts éclipſés, & pour déterminer la proportion des diametres du ſoleil & de la lune. Cette méthode ne ſervoit qu'aux éclipſes de ſoleil; la lumiere de la lune, en partie éclipſée, eſt trop foible dans une chambre obſcure. Képler n'y meſuroit qu'avec peine & avec incertitude le diametre de cette planete, lorſqu'elle eſt pleine, entiere & dans la force de ſa clarté (*c*).

(*a*) Kepler, *Paralip.* ou *Aſtronom. opt.* pag. 341.

(*b*) *Ibid.* p. 339 & 351.

(*c*) *Ibid.* p. 345.

§. XVII.

§. XVII.

On agitoit alors ces queſtions ; ſi le ſoleil peut être entiérement couvert par la lune, enſorte qu'une nuit ſubite & momentanée ſe répande ſur la terre ; ſi dans une éclipſe centrale les bords du ſoleil peuvent reſter viſibles, & former une couronne, un anneau lumineux autour de la lune obſcure. L'une de ces queſtions étoit réſolue par l'autre, car ſi la lune eſt toujours trop petite pour couvrir entiérement le ſoleil, il s'enſuit néceſſairement que dans les éclipſes centrales elle doit paroître entourée des bords lumineux & viſibles du ſoleil. Tycho s'étoit apperçu que le diametre de la lune, meſuré ſur le ſoleil dans ſes éclipſes, étoit toujours plus petit que lorſqu'elle eſt pleine & dans l'oppoſition. Il penſa que l'apparence de la lune étoit diminuée par une cauſe optique, & par la force de la lumiere ſolaire ; il établit que cette diminution pouvoit être évaluée à la cinquieme partie du diametre de la lune (*a*) : il en concluoit que la lune ne pouvoit nous cacher le ſoleil entier, & il s'étonnoit en 1600 que Clavius eût vu à Conimbre, en 1560, une éclipſe totale de ſoleil avec nuit & ténebres (*b*). Képler accorde que le diametre de la lune, lorſqu'elle eſt pleine, paroît plus grand qu'il n'eſt réellement, par la raiſon que les objets fort éclairés paroiſſent plus grands ſur un fond obſcur (*c*), & à cauſe de la dilatation de la lumiere. Mais il penſe que dans une éclipſe de ſoleil, la lumiere de cet aſtre, en ſe dilatant, empiete ſur le diſque de la lune, & le rétrécit en apparence ; il en donne un exemple bien ſenſible. Il faut prendre un corps opaque, tel qu'une regle, qui

(*a*) *Tychonis Progymnaſmata*, pag. 102.

(*b*) Képler, *Aſtron. opt.* p. 285.

(*c*) *Ibid.* p. 217.

ait un bord bien droit & bien terminé ; en le poſant entre l'œil & la lune, & très-près de l'œil, on voit ſenſiblement la lumiere de cette planete ſe dérober ſur la regle, & la partie interpoſée ſemble devenue plus étroite (*a*). C'eſt par de telles expériences que la raiſon découvre l'erreur des ſens, & apprend à eſtimer leur rapport. Képler établit donc que ſi le diametre de la lune, lorſqu'elle eſt pleine, paroît plus grand, ce diametre paroît plus petit que le véritable, lorſqu'il eſt meſuré ſur le ſoleil.

Ce grand homme, ſavant dans tous les genres, prouva par une infinité de paſſages de l'hiſtoire, qu'il y avoit eu des éclipſes de ſoleil accompagnées de ténebres (*b*). Il montra également que les anciens ont parlé des éclipſes annulaires. Clavius, parmi les modernes, en avoit obſervé une en 1567 (*c*). Cependant Képler avoit peine à ſe figurer que cet anneau, cette couronne lumineuſe fut une zône viſible du ſoleil. Ariſtarque avoit dit que le diſque du ſoleil étoit égal à celui de la lune ; Hypparque & Ptolémée, qui virent dans ce dernier quelque variation de grandeur, établirent que ſa plus petite apparence étoit égale à celle du ſoleil. Ces déterminations étoient encore reſpectées après vingt ſiecles ! Quand les hommes inſtruiſent leurs ſemblables, l'envie active envers les vivans ſe rend difficile pour tout ce qu'ils propoſent ; c'eſt avec effort que la vérité s'inſinue : mais lorſque la mort & le tems les ont ſéparés de l'envie, lorſque leurs penſées ont reçu l'hommage de pluſieurs générations, le génie, vu dans l'éloignement, a quelque choſe de reſpectable & de ſacré ; il s'établit une ſorte de preſcription, & il faut autant d'efforts pour

(*a*) Kepler, *Paralip.* ou *Aſtronom. opt.* pag. 218.

(*b*) *Ibid.* p. 287.

(*c*) *Ibid.* p. 297.

rectifier ces anciennes penſées; qu'il en a fallu pour les faire admettre. Képler n'oſa point croire que le ſoleil pût paroître plus grand que la lune : voici comment il s'y prit pour expliquer le phénoméne de la couronne lumineuſe dans les éclipſes annulaires. Il propoſa deux cauſes : l'une, que la matiere de l'éther pouvoit être plus ſerrée & plus denſe à l'entour du ſoleil, & que nous réfléchiſſant quelques-uns de ſes rayons, elle paroiſſoit le ceindre d'une couronne; l'autre, que la lune elle-même pouvoit être enveloppée d'un air plus denſe que l'éther, où les rayons du ſoleil ſe réfractent, amplifient ſon image, & le font paroître plus grand que la lune; Képler ſe trompoit, puiſque cet excès de grandeur eſt une réalité, & non une apparence. Mais ce qui eſt remarquable, ce qui prouve la ſagacité de ſon eſprit, & l'inſtinct que la nature lui avoit donné pour le vrai, c'eſt que dans ces erreurs mêmes il ſe rencontre des vérités. En inventant ces cauſes (*a*), il a touché de très-près à deux phénomènes, qui n'ont été découverts qu'après lui : ſavoir, l'atmoſphére ſolaire, & l'inflexion des rayons qui paſſent auprès de la lune, & qui réellement ſe réfractent dans ſon atmoſphere pour aggrandir l'image du ſoleil.

§. XVIII.

Képler a traité de la parallaxe dans ſon aſtronomie optique; il aſſocioit la ſeconde de ces ſciences à la premiere, pour dépouiller les phénomènes de toute illuſion; la parallaxe eſt une de ces illuſions. Il paſſe au calcul des éclipſes de ſoleil, qui en ſont affectées, & il leur donne un uſage & une utilité, en les appliquant à la recherche des longitudes terreſtres (*b*).

(*a*) *Aſtron. opt.* p. 301 & 302.

(*b*) *Ibid.* p. 385 & ſuiv.

De l'obſervation des circonſtances de l'éclipſe, c'eſt-à-dire; des inſtans du commencement & de la fin, du nombre des doigts éclipſés, &c. Képler déduit la poſition reſpective & apparente de la lune à l'égard du ſoleil. Les parallaxes pouvant toujours être calculées, il eſt facile de dépouiller de leur effet cette poſition apparente, de fixer pour un inſtant donné la vraie place de la lune, & ſa vraie diſtance au ſoleil; alors, au moyen du mouvement connu des deux aſtres, on calcule l'inſtant où ils ont été en conjonction à l'égard du centre de la terre; c'eſt la conjonction vraie. Cet inſtant eſt le même pour toute la ſurface du globe, toutes les obſervations de la même éclipſe, qui y ont été faites, doivent donner le même inſtant. Il ne peut y avoir de différence que celle de l'heure que l'on compte à la fois dans les différens lieux, à raiſon de la différence des méridiens (*a*); & cette différence des momens de la conjonction vraie dans les lieux divers eſt la différence des méridiens, ou des longitudes. Hypparque avoit donné un moyen de trouver les longitudes par les éclipſes de lune, Képler en ajouta un ſecond par les éclipſes de ſoleil; & celles-ci, long-tems négligées des anciens comme inutiles, aſſujetties enfin à la regle, au calcul & aux beſoins de l'homme, lui devinrent auſſi utiles que les autres.

Képler perfectionna la méthode du calcul des éclipſes de ſoleil, par une de ces idées qui n'appartiennent qu'à un homme de génie. La parallaxe, continuellement changeante & différente pour chaque lieu, fait la difficulté de ces calculs; Képler trouva le moyen de s'en débarraſſer (*b*). Lorſque nous voyons la lune paſſer ſur le ſoleil, & l'éclipſer en tout ou en partie, un obſer-

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 114.
(*b*) Epit. Aſtr. Copern. p. 874. Tables Rudolphines, Chapitre XXXII, præc. 158.

vateur, qui ſeroit placé dans cet aſtre, verroit au contraire la terre entrer dans l'ombre de la lune ; & comme cette ombre eſt trop petite pour contenir notre globe entier, ce ſpectateur ne verroit que quelques régions, & ſucceſſivement différentes régions, qui fuſſent entierement plongés dans cette ombre. Tous les ſpectateurs, placés dans l'hémiſphere du ſoleil, verroient au même inſtant l'éclipſe de la même grandeur ; la parallaxe de la lune n'y influeroit point, & cette *éclipſe de terre*, vue du ſoleil, ſeroit en tout ſemblable à une éclipſe de lune vue de la terre. Cette maniere d'enviſager la queſtion, de réduire un phénomène compliqué à un phénomène ſimple, étoit neuve & heureuſe. Le ſoleil voit la terre ſous l'apparence d'un diſque ; la terre tourne ſur elle-même, & les différens points du globe traverſent ce diſque ; ſelon que le ſoleil eſt plus ou moins élevé au-deſſus du plan de l'équateur, les cercles de leur révolution, à cauſe de la projection, ont la forme d'ellipſes plus ou moins courbes, moins ou plus applaties. On peut tracer, par exemple, ſur ce diſque, la demi-ellipſe que Paris, vu du ſoleil, y doit décrire, & marquer ſur cette route à chaque inſtant le point où cette ville ſera placée. Suppoſons que la lune arrive entre le ſoleil & la terre, le ſoleil la verra paſſer ſur notre diſque, on y pourra deſſiner la trace de ſon centre, décrire autour de ce centre le cercle de ſon ombre (*a*). Chaque point de la terre qui s'y trouvera plongé, verra le ſoleil éclipſé, comme le ſoleil voit ce point éclipſé : l'éclipſe paroîtra d'autant plus grande que ce point ſera plongé plus avant dans l'ombre, & s'il eſt un inſtant où ce point coincide avec le centre de cet ombre, l'éclipſe ſera centrale. On peut donc calculer ces éclipſes comme on a calculé les éclipſes de lune ; on pourra même, en les

(*a*) *Voyez* la figure II.

deſſinant ſur un plan, en déterminer à chaque inſtant les apparences, au moyen de la regle & du compas.

§. XIX.

Il eſt curieux de ſuivre la durée des préjugés, leur réſiſtance, de voir comment ils s'affoibliſſent par les vérités nouvelles, & comment ils ſubſiſtent encore long-tems avec elles. Képler avoit prouvé que la lune n'avoit que la lumiere qu'elle reçoit du ſoleil; il expliqua les phénomènes, qui avoient fait penſer aux anciens qu'elle brilloit auſſi de ſa propre clarté; mais il n'étendit pas d'abord cette vérité aux autres planetes. En 1602 il ſoutint une thèſe, où il tenta de prouver qu'elles brilloient de deux lumieres différentes, l'une empruntée du Soleil, l'autre qui leur étoit propre (*a*). Il introduiſit un rayon de la lumiere de Vénus avec un rayon lunaire dans une chambre obſcure; il les compara, & en remarquant que la clarté des images étoit dans le rapport de 4 à 1 (*b*), il vit que la ſcintillation de Vénus exiſtoit encore dans ſon image, tandis que la lumiere de la Lune étoit tranquille & ſans mouvement, d'ailleurs les planetes, telles que Saturne, Jupiter, Mars, Vénus & Mercure ont une lumiere colorée: la couleur & la ſcintillation lui parurent les caracteres d'une lumiere propre. Voilà quel fut ſon premier ſentiment; mais lorſque les téleſcopes furent inventés, lorſque Galilée eut montré que toutes les planetes avoient, comme la lune, un diſque argenté, une lumiere tranquille, enfermée & terminée par un cercle, au lieu que les étoiles brilloient par jets & par des rayons, comme un point réellement lumineux, Képler revint à ce ſentiment,

(*a*) *Aſtron opt.* p. 261.

(*b*) Il y introduiſit également la lumiere de Jupiter & de l'Épi de la Vierge. Il penſoit que cette méthode pouvoit ſervir à déterminer les hauteurs & les azimuths des aſtres, p. 253.

& convint que toutes les étoiles étoient comme des ſoleils, & les planetes des globes opaques & des terres ſemblables à la nôtre (*a*).

§. XX.

C'ÉTOIT l'opinion de la haute antiquité, conſervée par quelques philoſophes, qui avoient enſeigné la pluralité des mondes habitables, & même la pluralité des ſoleils (*b*). Cette idée fut renouvelée par Jordanus Brunus, Napolitain, homme hardi & inquiet, né pour aimer ſur-tout le changement, pour fronder les opinions reçues. Il attaqua les vérités de la religion, parce qu'elles étoient crues & reſpectées, il attaqua la philoſophie d'Ariſtote, parce qu'elle étoit enſeignée dans les écoles: un eſprit qui s'éleve contre toutes les opinions des hommes eſt sûr de rencontrer quelques vérités. Il faut convenir cependant que la maniere dont il ſaiſit l'idée de la pluralité des mondes annonçoit des talens, qui pour cette fois furent bien employés. Il établit que l'univers étoit infini, que l'éther étoit un vaſte eſpace ſans terme & ſans figure, où étoient ſemés tous les corps céleſtes: aucun d'eux n'occupe le centre de l'univers, parce que l'univers infini n'a point de centre. Les aſtres ſont de deux eſpeces, les ſoleils & les terres; les ſoleils immobiles, les terres errantes autour d'eux, & dans ce nombre il comprend les cometes. Les planetes, qui tournent autour des différens ſoleils, ſont inviſibles pour nous, & le nombre de celles qui accompagnent le nôtre eſt inconnu. Il ajoutoit que la terre eſt habitable & à ſa ſurface & dans ſon intérieur, enfermant dans ſon ſein une infinité d'êtres que nous ne verrons jamais (*c*).

(*a*) Képler, *Diſſertatio cum nuncio ſidereo*, 1610, p. 22.

(*b*) Hiſt. de l'Aſtr. anc. p. 206, 213, 231.

(*c*) Weidler, p. 410. Le livre de Brunus eſt intitulé *de innumerabilibus, immenſo & inſigurabili*. Il fut imprimé à Francfort en 1591.

Ces idées ont de la grandeur, ce ſont celles de la phyſique moderne. Il eſt fâcheux que celui qui aggrandiſſoit ainſi le monde, qui développoit l'ouvrage de la création, ait oſé méconnoître ſon auteur. Les eſprits remuans ne ſont pas toujouts utiles à la vérité ; elle eſt ſuſpecte & méconnue dans leur bouche : d'ailleurs les paroles de Brunus n'avoient aucune autorité, il n'étoit point aſtronôme. Les principes, les penſées de Copernic, de Tycho, de Képler faiſoient loi. On combattit ſes opinions, & elles n'ont été adoptées que lorſqu'elles furent repriſes par des eſprits plus ſages.

§. XXI.

Depuis que Tycho avoit vu naître & ſe perdre dans la conſtellation de Caſſiopée l'étoile de 1572, aucun phénomène de ce genre ne s'étoit montré dans le ciel ; ils ſembloient réſervés aux grands aſtronômes, tels qu'Hypparque & Tycho. Blaeu apperçut une étoile inconnue dans la poitrine du Cigne (*a*) ; mais on doutoit ſi elle étoit réellement nouvelle. Lorſque Képler, né pour ſurpaſſer Hypparque & Tycho par le génie, eut le bonheur de jouir de ce ſpectacle ſi rare, c'étoit en 1604, cette année étoit la premiere du grand cycle de 800 ans, commençant par la triplicité du feu, & le huitieme depuis l'origine du monde. Les aſtrologues qui avoient encore une grande influence, étoient attentifs à ce renouvellement. Jupiter & Saturne devoient ſe rencontrer dans le Sagittaire au mois de Décembre 1603, Mars devoit, en 1604 atteindre ſucceſſivement Saturne & Jupiter, pour compléter la conjonction (*b*). Ceci nous fait connoître ce que les anciens entendoient par conjonction ; ils ne la reſtreignoient ni à un moment, ni

(*a*) *De ſtellâ novâ in pede Serpentarii*, 1606, p. 164.

(*b*) *De ſtellâ novâ in pede Serpentarii*, 1606, p. 1.

même

même à un jour, il ſuffiſoit que pluſieurs planetes fuſſent unies dans un petit eſpace du ciel, & qu'enſuite elles s'atteigniſſent ſucceſſivement dans le cours d'une année.

La conjonction de Mars & de Jupiter avoit dû arriver le 9 Octobre. Le 10, les nuées s'étant ouvertes un moment après le coucher du Soleil, on apperçut trois aſtres au lieu de deux (*a*). Le troiſieme étoit une étoile au pied du Serpentaire. Képler ne la vît & ne l'obſerva que le 17 Octobre : elle étoit ronde, ſans queue, ſans barbe, ni chevelure; ſa couleur étoit blanche, & quelquefois mêlée de rouge; elle étoit moindre que Vénus, mais plus apparente que Jupiter ne l'étoit alors; elle parut tout-à-coup, & avec éclat; elle ſcintilloit comme les autres étoiles, & étoit comme elles ſans mouvement (*b*). Le 3 Janvier 1605 elle commença à diminuer, le 18 Octobre elle fut effacée par l'approche du ſoleil, on ne la revit plus, & elle s'eſt perdue entre le 18 Octobre 1605 & le 6 Février 1606.

§. XXII.

KÉPLER commence le livre qu'il a écrit ſur cette étoile par les conſéquences aſtrologiques de ſon apparition. Il s'eſt cru obligé de débuter ainſi, ce qui doit être remarqué pour connoître l'eſprit du ſiecle. Mais il ne le fait pas en homme perſuadé; au contraire il reconnoît la vanité de cette ſcience, il la regarde comme une maladie de l'eſprit humain (*c*). Qu'on nous permette une réflexion. Il y avoit à peine cinq ans que Tycho étoit mort; Képler avoit été ſon diſciple & ſon admirateur; comment un ſi petit intervalle de tems met-il tant de

(*a*) *De ſtellâ novâ*, p. 2. Elle fut apperçue à Prâgue par Brunokius.
(*b*) *Ibid.* p. 4 & 6.
(*c*) *Ibid.* p. 10.

différence dans les opinions ? Cette différence eſt celle de l'éducation, & ſur-tout du génie. Tycho n'étoit point revenu ſur la croyance de ſa jeuneſſe ; Képler, quand ſon génie a été développé, examinoit tout à ſon flambeau.

Il nie que les noms des ſignes du zodiaque ayent aucun rapport avec leurs vertus prétendues. Képler eſt obligé de montrer, par le raiſonnement, que des eſpaces vides, diviſés arbitrairement par les hommes, ne peuvent avoir aucune action ; & que les aſpects des aſtres, s'ils ont des influences, ne laiſſent dans ces eſpaces aucune vertu, lorſque ces aſtres n'y ſont plus. Il combat également l'opinion que les influences des étoiles ont un rapport naturel avec leurs noms. Ces noms ſont arbitraires & de l'invention des hommes. Comme les levers des étoiles ont réglé long-tems les travaux de la campagne, on a pu nommer *Ariſta* l'étoile dont le lever annonçoit la moiſſon, *Vindemiatrix* celle qui paroiſſoit au tems de la vendange ; mais il eſt ridicule de croire que cette méthode ait été employée dans l'impoſition des autres noms. Les étoiles ont été nommées dès qu'elles furent connues, & bien avant que l'expérience eût déterminé ce qu'elles pouvoient annoncer (*a*). Lorſqu'on voit d'un côté Tycho défendre cette erreur, & de l'autre Képler l'attaquer, du moins en détail, ces ſoins ſi différens de deux grands hommes prouvent quel étoit encore l'empire de la ſuperſtition.

§. XXIII.

Ce n'eſt pas que Képler fût tout-à-fait libre du préjugé : il croit encore que les conjonctions des planetes peuvent avoir quelqu'effet ſur les choſes ſublunaires ; il cite volontiers la

(*a*) *De ſtellâ novâ*, p. 10.

coincidence des grands évenemens politiques, des révolutions des empires avec les grandes conjonctions des planetes. On voit chez lui le combat de ſa raiſon naturelle & de l'erreur commune; ſon eſprit éclairé tend à s'élever, mais il eſt retenu par le contrepoids de l'habitude (*a*) : ſa ſageſſe fut de douter & des dogmes aſtrologiques, & des raiſonnemens qui les combattent. Il cenſure Pic de la Mirandole, qui s'étoit déclaré l'ennemi des aſtrologues; il lui objecte que ſi le ſoleil & la lune, dans leurs conjonctions, ont quelque influence ſur la terre, la rencontre de Saturne & de Jupiter doit avoir quelque effet. Les deux grands luminaires ſont plus près de nous, mais leurs conjonctions paſſent plus vîte : celles des aſtres les plus éloignés, mais les plus lents, durent plus long-tems, & leurs effets s'accroiſſent en s'accumulant. Au reſte voici comment Képler concevoit les influences des aſtres, il les comparoit à l'action des objets ſur les ſens; les aſtres agiſſent ſur les choſes terreſtres comme la lumiere ſur l'œil, le ſon ſur l'oreille, la chaleur ſur le tact (*b*). Quand la raiſon ſe place à côté de l'erreur, pour la ſuivre, celle-ci eſt bientôt démaſquée. Les prédictions haſardées, les rêveries abſurdes des aſtrologues décréditoient l'art : mais l'apologie de Tycho, les explications les plus favorables de Képler faiſoient tort à l'aſtrologie; car les gens ſenſés, qui naiſſent pour apprécier & les opinions & ceux qui les ont établies, pouvoient juger de la cauſe, en comparant le mérite éminent de ſes défenſeurs avec la foibleſſe de leur défenſe.

§. XXIV.

Képler paſſe à des objets plus dignes de ſon attention;

(*a*) *De ſtellâ novâ*, p. 27. (*b*) *Ibid.* p. 30.

curieux de connoître l'aſtre nouveau, il s'occupe de l'eſtimation de ſa diſtance, de la recherche de ſa parallaxe; mais ſa diſtance étoit trop grande, Képler ne lui trouva point de parallaxe, ou du moins s'il en exiſtoit une, elle étoit confondue avec l'erreur inévitable des obſervations. Il paroît qu'on évaluoit alors cette erreur à deux minutes, quantité qui eſt à peu près celle qu'on ſuppoſoit à la parallaxe du ſoleil. Képler démontre donc que dans le ſyſtême de Ptolémée l'étoile nouvelle eſt au moins auſſi éloignée que le ſoleil. Cette hypothèſe étoit encore placée de front à côté de l'hypothèſe de Copernic, mais celle-ci gagnoit tous les jours, elle offroit un moyen plus sûr & plus exact de déterminer la diſtance des aſtres. Képler, après avoir obſervé l'étoile pendant ſix mois, ne remarqua aucun changement dans ſa poſition. La Terre avoit cependant parcouru la moitié de ſon orbite; elle s'étoit tranſportée d'une extrémité du diametre à l'autre; ſoixante millions de lieues de différence dans le lieu de la Terre font changer de 6° le lieu de Saturne. Celui de l'étoile n'en fut point affecté, du moins à cela près de l'erreur des obſervations; ſi ce lieu eût varié de deux minutes, la parallaxe annuelle auroit été encore 180 fois plus petite que celle de Saturne. L'étoile eſt donc au moins 180 fois plus éloignée de nous que Saturne, ou 1800 fois plus que le Soleil (*a*). Képler fut donc fondé à placer le nouvel aſtre parmi les étoiles fixes dont la diſtance ſe refuſe à nos meſures; & s'il n'en put atteindre la connoiſſance, il poſa des limites, en montrant que cette diſtance ſurpaſſoit plus de 1800 fois celle du ſoleil; & la préciſion des moyens des deux ſyſtêmes eſt auſſi dans ce rapport.

(*a*) *De ſtellâ novâ*, pag. 80 & 81.

§. XXV.

La cauſe de la ſcintillation des fixes occupa Képler ; il penſe qu'elles ont un mouvement de rotation qui en eſt la ſource ; il les compare au diamant, où le mouvement fait éclorre les couleurs de l'arc en ciel. Il dit que comme les étoiles ont des couleurs aſſez conſtantes, ces nuances tiennent à leur nature & à leur configuration. Les étoiles peuvent être anguleuſes comme le diamant taillé ; il n'eſt pas néceſſaire qu'il ſe faſſe une révolution à chaque ſcintillation, il ſuffit qu'elles ſoient ſemées de parties plus brillantes les unes que les autres (*a*). Cette explication, quoiqu'ingénieuſe, eſt détruite depuis que le mouvement de rotation des planetes a été découvert, car ces planetes ne ſcintillent pas. Scaliger, à peu près dans le même tems, donna une meilleure raiſon du phénomène (*b*) ; il attribuoit la ſcintillation à l'agitation de l'air, ou plutôt au mouvement des vapeurs qui y nagent. Une particule intercepte un rayon de lumiere, elle paſſe, la lumiere reparoît ; cette ſucceſſion, cette alternative d'une lumiere enlevée & rendue produit le tremblement ou la ſcintillation des étoiles : c'eſt juſqu'ici la cauſe la plus vraiſemblable. Dans certains climats où l'air eſt très-pur, on n'a point, dit-on, remarqué ce phénomène ; mais les témoignages ne ſont ni aſſez clairs, ni aſſez uniformes. Il ſeroit à ſouhaiter que ceux qui ſont montés ſur les hautes montagnes, y fuſſent reſtés pendant la nuit, pour faire attention à cet effet, & euſſent obſervé ſi la ſcintillation avoit lieu.

§. XXVI.

On juge bien que dans un tems où l'aſtrologie dominoit

(*a*) *De ſtellâ novâ*, , p. 94. (*b*) *In Exercitat.* p. 63.

encore, où la philoſophie d'Ariſtote régnoit dans les écoles, on s'occupoit de beaucoup de queſtions oiſeuſes & inſolubles. Képler ſe fatigue pour les réſoudre. On demandoit quelle étoit la matiere de l'étoile (*a*) ? Si cette matiere exiſtoit auparavant, ou ſi elle avoit été créée exprès (*b*) ? Si l'étoile étoit deſcendue des profondeurs du ciel pour s'avancer dans la région des fixes viſibles (*c*) ? Ces queſtions avoient déjà été agitées en 1572 : l'ignorance & le préjugé n'ont qu'une allure, & ils ſe répetent depuis le commencement du monde. La derniere de ces queſtions étoit la ſeule qui méritât un examen & une réponſe. Mais, dans les choſes nouvelles de la nature, il eſt ſouvent plus aiſé de dire les cauſes qui n'agiſſent pas, que de pénétrer celles qui ont agi. Képler établit que ſi cette étoile a un mouvement circulaire, à la maniere des planetes, par lequel elle s'approche & s'éloigne de nous, ce mouvement doit changer ſon lieu dans le ciel. Si l'on dit que l'effet en eſt inſenſible, il répond que l'étoile eſt cependant viſible, & il eſt ridicule de prétendre que l'étoile le ſoit, & que l'orbe qu'elle décrit, qui doit être conſidérablement plus étendu que ſon globe, ſoit inſenſible à la vue. L'étoile ne doit pas non plus s'être avancée en ligne droite; car alors pourquoi ne marche-t-elle point à pas égaux? Pourquoi a-t-elle paru tout-à-coup, tandis qu'elle s'eſt éteinte peu à peu ? D'ailleurs Képler objecte encore qu'il n'y a point d'eſpace pour ce mouvement dans l'univers; il s'éleve contre Brunus, & contre ſon opinion de l'étendue infinie du monde. Quelques diſciples de Copernic étendant ſes principes, & enchériſſant ſur ſes idées, diſoient déjà que les étoiles les plus proches étoient ſéparées par des diſtances égales à celles de la terre aux étoiles mêmes.

(*a*) *De ſtellâ novâ in pede Serpentarii*, pag. 97.

(*b*) *Ibid.* p. 100.

(*c*) *Ibid.* p. 104.

Digitized by Google

Képler demandoit dans quel ſens on devoit placer cette diſtance? Suppoſons deux étoiles, qui à la vue ſemblent très-près l'une de l'autre; ſi l'on rapproche une de ces étoiles, en la faiſant marcher vers nous, elle doit acquérir une parallaxe; leur éloignement eſt donc égal. La diſtance ne peut être non plus dans leur écart, dont les yeux démontrent la petiteſſe. Mais Képler oublioit que ſi dans le ſyſtême de Copernic le diametre de notre orbe n'eſt vu des étoiles que comme un point, la plus petite diſtance entr'elles, & telle qu'elle paroît à notre vue, peut être énorme. Képler ne permettoit pas qu'on reculât une des deux étoiles dans les profondeurs du ciel, parce qu'il y trouvoit l'inconvénient de multiplier les eſpaces vides qu'on avoit reprochés à Copernic. Il ſe plaint qu'on abuſe du ſyſtême de ce grand homme (*a*). Képler avoit beaucoup de philoſophie, il étoit zélé pour ce ſyſtême, mais il étoit timide, comme on l'eſt toujours avec la vérité nouvelle. Il craignoit de trop étendre des concluſions déjà étranges, déjà trop fortes pour la plupart des eſprits. Les conſéquences d'un principe ne doivent pas être préſentées à la fois, elles ne peuvent être admiſes que ſucceſſivement. L'ame ſe nourrit de la vérité, mais nos forces ne s'augmentent que par l'uſage modéré des alimens.

L'infini ſans bornes effrayoit Képler lui-même; accoutumé aux idées de limites, de cercles, de centre, il demandoit où étoit le milieu de cet eſpace. Il ne pouvoit concevoir que ce milieu, ce centre fût partout & ne fût nulle part; cette contradiction le choquoit; mais la contradiction naît de ce qu'il compare des choſes incomparables. L'idée de milieu tient à celle de limites, elle n'appartient qu'à un eſpace borné. Il eſt

(*a*) *De ſtellâ novâ*, p. 106.

donc inſenſé, & contre la nature des choſes, de chercher dans l'infini ce qui eſt l'eſſence du fini. Ces difficultés, ces incertitudes de Képler prouvent ce que nous avons avancé, lorſque nous avons parlé d'Ariſtarque & de ſon idée de la diſtance infinie des étoiles (*a*). Si un grand homme comme Képler, ſi une tête philoſophique a tant de peine à admettre l'infini dans toute ſon étendue, & dans ſa vérité, après avoir été cependant précédé d'Ariſtarque & de Copernic, les deux premiers apôtres connus de l'infini, combien cette idée a-t-elle été difficile à imaginer, puiſqu'elle eſt ſi difficile à recevoir! Nous n'y ſommes parvenus que par extenſion, en devenant plus hardis, & en convenant de bonne foi qu'il eſt bien des choſes de la nature que nous ne concevrons jamais, pour leſquelles il nous manque des ſens, & qui exiſtent à notre égard comme les ſons & les couleurs exiſtent pour les ſourds & pour les aveugles.

§. XXVII.

Képler, développant la penſée de Tycho, que ces étoiles nouvelles étoient produites de la matiere céleſte, de la matiere condenſée de l'éther, donne à ces idées la tournure philoſophique que Tycho ne s'étoit pas embarraſſé de leur donner. S'il ſe trompe comme lui, c'eſt en homme plus éclairé ſur la phyſique; ſes vues ſont grandes, générales, & ſes erreurs ſont mêlées à des vérités.

Nous avons déjà parlé de la couronne lumineuſe qui enveloppe le ſoleil dans ſes éclipſes totales. Naples vit ainſi cet aſtre couvert par la lune au mois d'Octobre 1605. Képler attribuoit cet effet à des parties plus denſes de l'éther, amaſſées

(*a*) *Suprà*, Tome I, p. 24.

autour

autour du ſoleil ; c'eſt à cette ſource qu'il puiſe la matiere néceſſaire pour former les nouvelles étoiles (*a*). Mais il lie ce phénomène à la phyſique générale, & pour l'expliquer, il ſe place à une grande hauteur. Toutes les parties de la nature ſont douées d'une vertu créatrice : l'homme nourrit des animaux nés de ſa ſubſtance ; les teignes habitent les toiſons des brebis ; la mouſſe croît ſur l'écorce des arbres ; l'eau produit les poiſſons, les grenouilles, les ſang-ſues ; l'air les mouches, les ſcarabées, les papillons ; la terre fait germer & mûrir les métaux & les plantes. Dieu a donc répandu partout une faculté génératrice ; cette faculté c'eſt la chaleur : elle exiſte dans le vague de l'air & des cieux comme dans les profondeurs de la terre. L'éther qui eſt liquide, ne peut être tel que par la chaleur ; Képler l'aſſimile aux liqueurs du globe de l'œil, dont une température douce conſerve la liquidité & la tranſparence. Cette chaleur peut donc produire dans les eſpaces infinis, comme Dieu a permis qu'elle produiſît ſur la terre. Képler conſidere les globes, les étoiles comme les habitans de l'éther ; ils y vivent, ils y ſont nés comme les papillons dans l'air (*b*), comme les plantes, comme les animaux qui ſortent du ſein de la terre pour l'embellir par leur exiſtence, & pour lui rendre par leur mort la fécondité qu'ils en ont reçue. Les eſſais d'une philoſophie commençante avoient beſoin d'être rectifiés ; l'art des rapprochemens, ſi utile à la découverte de la vérité, peut avoir ſes abus. On ſera étonné de voir comparer la production des corps céleſtes à celles des êtres vivans. Mais ne blâmons point ces applications de la nature terreſtre & familiere aux phénomènes de la nature éloignée ; elle eſt partout ſemblable à elle-même. Les cauſes ont été inconnues tant que les

(*a*) *De ſtellâ novâ*, p. 113 & 120. (*b*) *Ibid.* p. 123.

hommes, pénétrés de reſpect pour cette grande nature, ont poſé une barriere entre les choſes du ciel & celles de la terre; dès que l'homme a oſé croire qu'il avoit en lui & autour de lui la meſure & l'exemple de tout ce qui exiſte, il a tout rapporté, tout comparé à lui-même, & il a pu tout connoître. C'eſt avec la coudée, avec la longueur de ſon bras, qu'il a meſuré le globe & l'univers; c'eſt par les petits faits de ſon exiſtence, par les propriétés des êtres foibles qui l'entourent, qu'il a développé les phénomènes généraux de la nature.

§. XXVIII.

KÉPLER étoit très-ſavant, c'eſt ce qui forma en lui l'eſprit philoſophique par lequel il eſt diſtingué. Ses premiers ouvrages ne furent que les amuſemens de ſes loiſirs, il étoit deſtiné à de plus grandes choſes. L'union de l'optique & de l'aſtronomie avoit préparé celle de la phyſique générale à cette derniere ſcience. Cette application eſt la marque de ſon génie & l'origine de ſes ſuccès.

Képler, phyſicien autant qu'aſtronôme, conſidéra la nature comme un tout dont l'enſemble & les détails ont la même ſource, & dans lequel les petites choſes s'operent par le même mécaniſme que les plus grandes. Cette premiere penſée eſt une découverte & une vérité très-féconde : de là des applications ſans nombre, des comparaiſons multipliées, d'où ſortent des rapports & des vérités. Cette penſée fut la regle de ſes travaux, elle eſt devenue la baſe de la phyſique & de l'aſtronomie; & ſi Képler, en voyant beaucoup, n'a pas tout vu, nous ſommes aujourd'hui guidés par ſa penſée, & nous voyons encore par ſes yeux.

Emporté preſque invinciblement vers la connoiſſance des cauſes, Képler ne rencontra pas un fait dont il ne cherchât l'explication. Tycho modéra quelque tems cette ardeur, en le

rappelant aux faits & aux obſervations, en lui fermant même les dépôts où ils étoient contenus. Mais lorſque la mort de Tycho fit paſſer ces dépôts à ſon ſucceſſeur, il y vit un immenſe recueil de vérités, il les conſidéra comme les matériaux de l'édifice du monde; peut-être y voyoit-il déjà l'ordre de l'univers, les cauſes du mouvement, & les loix de la nature, comme un ſtatuaire habile apperçoit dans la maſſe d'un bloc de marbre une belle figure, dont l'attitude & les proportions exiſtent dans ſa tête. Il médita ces obſervations pendant ſept ans, avec une ſagacité égale à ſa perſévérance; & ces ſept années produiſirent le commentaire ſur les mouvemens de Mars, l'un des plus beaux ouvrages qui ait jamais été exécuté par l'homme, armé de la patience & du génie.

§. XXIX.

Un heureux haſard porta ſes méditations ſur les mouvemens de cette planete, qui offroit en même tems plus de difficultés & plus de moyens pour les réſoudre. Après Mercure, qu'on ne peut obſerver que rarement, c'eſt la plus excentrique de toutes les planetes; quelle que ſoit la cauſe qui les écarte d'une orbite circulaire, il eſt évident que les effets doivent être ici plus marqués & plus multipliés; voilà les difficultés: une courſe plus rapide, une révolution plus ſouvent recommencée multiplie les obſervations; voilà les moyens de ſolution. Képler raconte (*a*) que Rheticus, diſciple diſtingué de Copernic, avoit deſiré de réformer l'aſtronomie, mais qu'étonné du mouvement de Mars, il n'avoit jamais pu l'expliquer. Rheticus invoqua ſon génie familier, qui apparemment fâché d'être interrompu, le ſaiſit par les cheveux, l'éleva au plafond,

(*a*) *Comment. in ſtellam Martis, Epiſt. dedic. ad Rodolph. II.*

& le laiſſa tomber ſur le plancher, en lui diſant : *voilà le mouvement de Mars.* C'eſt le deſir d'une imagination échauffée, & le déſeſpoir d'un eſprit perdu dans la complication des effets. Képler ne raconte cette viſion prétendue que pour montrer la difficulté du labyrinthe où il avoit oſé entrer, & d'où ſon génie l'avoit fait ſortir avec gloire.

§. XXX.

KÉPLER commence par poſer des principes phyſiques, il développe l'idée de la gravité, que les anciens ont eue, & qui lui avoit été tranſmiſe par Copernic. Mais on va voir combien cette idée s'étoit aggrandie en paſſant par ſa tête.

Toute ſubſtance corporelle, en tant que matiere, eſt de nature à reſter en repos, lorſqu'elle eſt iſolée, & hors de la ſphere d'activité des corps qui ont de l'affinité avec elle. La gravité eſt l'affection que les corps doués de ce rapport ont pour s'unir enſemble ; la force magnétique en eſt un exemple. Cette faculté eſt générale ; mais le globe de la terre tire plus un caillou que le caillou ne tire la terre. Les corps ne ſont point portés à ſon centre, comme au centre du monde, mais comme au centre des choſes, qui ſont de la même eſpece & de la même famille. En quelque lieu que vous tranſportiez la terre, vous y tranſporterez le centre de cette tendance. Si la terre n'étoit pas ronde, les corps ne ſeroient point portés en ligne droite au point milieu, mais ils tendroient à différens points. La ſeule erreur qu'on mêloit à ces vérités, c'eſt qu'on regardoit cette force comme animale. Tout eſt nuancé dans les progrès des hommes ; entre l'ame que les anciens accordoient aux planetes, & la force inhérente à la matiere que Newton a découverte, eſt placée la nuance, l'idée intermé-

diaire d'une force animale, que l'on croit le principe du mouvement (*a*).

Si la terre & la lune, continue Képler, n'étoient pas retenues chacune dans leurs orbites par une force animale, la terre monteroit vers la lune de la cinquante-quatrieme partie de leur diſtance, & la lune feroit, en deſcendant, le reſte du chemin pour s'unir à elle. La ſphere d'activité, dont la lune eſt le centre, s'étend juſqu'à la terre, & attire les eaux dans la zône torride. La lune paſſe au zenith, les eaux ſuivent ſon cours, & montent avec elle, plus ſenſiblement dans les mers ouvertes & profondes, avec moins de liberté dans les mers méditerranées & dans les golfes. L'air ſuit le même cours, & de là naît le vent d'eſt, qui ſouffle entre les tropiques. Nous nous arrêtons avec plaiſir ſur les idées philoſophiques de Képler, & ſur les endroits où il ſemble avoir deviné les penſées des grands hommes qui l'ont ſuivi. Il remarque que ce flux des eaux eſt la cauſe des ſyrtes & des amas de ſable. Les îles ſont formées ou détruites dans les paſſages reſſerrés où s'établiſſent des tournans d'eau; la terre légere & fertile des Indes ſemble avoir été plus creuſée, plus travaillée par ce flux & ce déluge ſucceſſif, aidé de quelque mouvement général de la terre. Les Moluques, qui appartenoient autrefois à la Cherſoneſe d'or, & tenoient par elle à la terre ferme; les Maldives, qui ſont les reſtes de l'île Taprobane, ſont les produits de ces grandes & longues opérations, & les preuves que le globe ſillonné par la mer, eſt alternativement figuré & défiguré par elle (*b*).

De cette action de la lune, étendue juſqu'à la terre, il ſuit

---

(*a*) Képler nous paroît cependant en douter; car il dit: par une force animale, ou par quelque choſe d'équivalent.

(*b*) *Comment. in ſtellam Martis, in introd.*

qu'à bien plus forte raiſon l'action de la terre s'étend juſqu'à la lune. Combien Képler eſt ici proche de Newton! Aucune portion de la matiere qui exiſte ſur la terre, qui la compoſe, ne peut s'élever & échapper à ce lien puiſſant. Il n'y a rien de leger, tous les corps ſont matériels : la légereté n'eſt qu'une moindre peſanteur (*a*).

§. XXXI.

Képler ſe propoſa d'examiner les différentes hypothèſes qui l'avoient précédé ; les phénomènes du mouvement n'avoient été ni approfondis, ni médités ; il eſt le premier qui ait tenté de les éclairer par des principes métaphyſiques. Tycho ayant détruit ſans retour les cieux ſolides que Purbach avoit rétablis, il falloit bien concevoir que le mouvement s'exécute dans l'eſpace vide & libre. Alors le moteur a deux fonctions, l'une de tranſporter le corps de la planete; l'autre, qui eſt une eſpece de ſcience, conſiſte à lui faire trouver la ligne circulaire dont il ne doit pas s'écarter. Képler, avec ſon œil d'aigle, pénetre l'eſſence du mouvement ; il s'éleve contre Ariſtote, contre toute l'antiquité, qui avoit admis des mouvemens primitivement & réellement circulaires : il connoît déjà trop bien la nature pour y appercevoir ce mouvement. Tout mouvement s'exécute en ligne droite, c'eſt la loi du créateur, c'eſt la nature des choſes qui le veut ainſi. Nous pouvons retrouver l'enchaînement des idées de Képler. Quelle que ſoit la cauſe qui tranſporte un corps d'un lieu à un autre, c'eſt l'effet d'une impulſion, c'eſt la ſuite d'un effort intérieur ou extérieur ; mais une impulſion, un effort agit dans une direction ; tat que la cauſe reſte la même, la direction ne change pas. Une cauſe premiere,

(*a*) *Comment. in ſtellam Martis, in introduc.*

un principe de mouvement doit être ſimple & invariable, ſes effets doivent être également ſimples, & les variations annoncent un effet compoſé. Conſidérons un corps qui ſuit une ligne droite : ſi la faculté de ſe mouvoir, ſi la force qui tranſporte les corps eſt un myſtere de la nature, du moins le ſecond pas eſt pareil au premier ; on reconnoît la même cauſe à des effets ſemblables, & le ſecond pas eſt conçu par cette ſeule raiſon que le premier a été fait. Mais ſi nous ſuivons un corps qui parcourt un cercle, nous le voyons à chaque pas changer d'aſpect ; il regarde ſucceſſivement les différens points du monde ; ſi ſa vîteſſe eſt conſtante, ſa direction varie. Outre la cauſe qui le fait mouvoir, il eſt donc une autre cauſe qui la modifie, qui détourne le corps de ſa route. On peut donc conclure que tout mouvement circulaire, ou dans une courbe quelconque, eſt dû à pluſieurs cauſes : l'eſſence du mouvement eſt de s'exécuter en ligne droite. C'eſt ainſi que Képler déroboit à Deſcartes l'invention de la premiere loi du mouvement, & la premiere vérité de toutes les ſciences qui ont le mouvement pour objet.

Il appuie cette métaphyſique de quelques vues profondes & juſtes. Tous les mouvemens du corps humain ſont produits par les muſcles, qui tirent conſtamment en ligne droite. C'eſt la multiplicité des muſcles qui produit le mouvement de flexion en rond, l'ame choiſit ceux qui doivent l'exécuter. Si la nature avoit une cauſe ſimple pour le mouvement circulaire, cette cauſe eût été employée à l'économie des fonctions animales ; elle ne manqueroit pas dans la machine de l'homme, la plus parfaite des choſes exiſtantes, & peut-être l'ouvrage le plus ſoigné du créateur (*a*). Quelque ſpécieuſe que ſoit cette raiſon,

(*a*) *In ſtellam Martis*, pag. 8.

elle auroit été ſuſceptible de réponſe ; mais elle venoit à l'appui de conſidérations profondes & vraies ſur la nature du mouvement ; elle tenoit d'ailleurs au principe qui a toujours guidé Képler, c'eſt que la nature ne peut être éclairée que par ſa comparaiſon avec elle-même, & que partout où elle opere, elle a la même marche & les mêmes moyens.

§. XXXII.

Dès que les cieux ſont de grands eſpaces vides ſans routes marquées, ſans barrieres, pour empêcher les écarts, dès que le mouvement circulaire n'exiſte pas de ſoi-même dans la nature, il faut donc concevoir, comme quelques anciens (*a*), que la planete, en décrivant un cercle, eſt animée par une intelligence aſſujettie à regarder conſtamment le centre, pour reſter toujours à la même diſtance ; ou bien il faut que le génie ſubſtitue à ces idées vieilles & abſurdes quelque cauſe nouvelle, plus conformes à la nature & à la vérité. En attendant, Képler combat ce préjugé, groſſi par la rouille de pluſieurs ſiecles, avec une force qui montre la ſupériorité du philoſophe, & en même tems avec un acharnement qui prouve la réſiſtance des eſprits. Il parcourt les différens ſyſtêmes, & les détails multiplient les abſurdités. Dans le ſyſtême de Copernic, la lune, par exemple, ſe meut dans un épicycle, dont le centre parcourt un ſecond épicycle, tandis que le centre de ce dernier ſuit une circonférence excentrique à la terre. Il faut une attention particuliere pour chaque centre ; il faut donc trois intelligences pour ces trois centres (*b*). L'hypothèſe plus moderne, fondée par un aſtronôme éclairé, par Tycho lui-même, n'étoit pas plus exempte de ces inconvéniens. Elle avoit encore

(*b*) Hiſt. Aſtron. anc. p. 245.

(*b*) *In ſtellam Martis*, p. 14, 39.

des

des épicycles ; les planetes, en marchant, ſont donc obligées d'avoir égard au centre de leur épicycle dans lequel elles tournent, au ſoleil qu'elles enveloppent dans leur cours, & à la marche de cet aſtre qu'elles doivent ſuivre autour de la terre. Ce n'eſt pas tout, le ſoleil n'eſt pas au milieu de leur orbe, la révolution qu'elles font n'eſt pas préciſément autour de cet aſtre, c'eſt autour d'un centre fictif, d'un point, qui ſans étendue, ſans force, ſans exiſtence viſible, ſemble tout régir & tout animer. Sans connoître les cauſes du mouvement des planetes, l'eſprit conçoit que la même raiſon, qui aſſujettit ces aſtres à accompagner le ſoleil, doit les forcer de circuler autour de lui, & non autour d'un centre idéal (*a*). D'ailleurs, comment dévorer l'abſurdité de faire mouvoir le centre d'un épicycle ; ce centre eſt encore un point ſans étendue. Képler paroît avoir connu le principe, que le mouvement eſt lié à la matiere, de maniere que s'il ne lui eſt pas eſſentiel, du moins il ne peut pas exiſter ſans elle ; & ce principe, deſtructeur de tant d'idées bizarres & fauſſes, fut un des rayons de ſon génie. Les cieux ſolides étoient moins abſurdes & plus admiſſibles que ces rêveries ; la ſolidité oppoſe des obſtacles, qui deviennent la regle du mouvement des planetes. L'imagination a du moins quelque choſe où ſe prendre ; elle voit des murailles qui fixent des bornes, des rainures par où les corps tombent & circulent ; elle voit les raiſons de la liberté & des obſtacles. Mais cette ſolidité des cieux ayant été détruite par Tycho, les épicycles devoient tomber après elle. Leur chûte attendoit une main hardie, qui osât toucher à cette ancienne architecture. Copernic, dans ſon nouveau ſyſtême, avoit laiſſé ſubſiſter ces reſtes de la vieille aſtronomie de Ptolémée, comme

(*a*) *In ſtellam Martis*, p. 47.

les architectes ont quelquefois mêlé les ornemens gothiques à l'ordonnance greque & romaine. Képler ne ſe permit point ce mélange ; il ne vit dans l'univers que des corps maſſifs, tranſportés dans un eſpace libre ; il leur falloit une route qu'ils ſuiviſſent ſans effort, ſans intelligence, & une cauſe pour la leur faire parcourir : Képler trouva la route, la cauſe attendoit Newton.

§. XXXIII.

PRESQUE toutes ces vues appartiennent à la jeuneſſe de Képler. Si les hommes, qui ont avancé les ſciences par leurs travaux, ſi ceux à qui il eſt donné d'éclairer le monde, veulent revenir ſur le chemin qu'ils ont fait, ils verront que les idées les plus belles, les plus grandes, ſont les idées de leur jeuneſſe, muries par le tems & par l'expérience. Elles ſont renfermées dans les premiers eſſais, comme les fruits dans les boutons du printems. Képler, à peine âgé de trente ans, avoit communiqué ſes vues à Tycho : elles produiſirent entr'eux des débats. On écoute avec peine un jeune réformateur. Képler attaquoit une erreur au moins auſſi ancienne que le renouvellement de l'aſtronomie ; elle datoit de Ptolémée, elle avoit été ſuivie par la foule de ſes imitateurs, & par Tycho lui-même. Dans le grand uſage que l'on faiſoit des oppoſitions des trois planetes ſupérieures, on déterminoit ces oppoſitions relativement au lieu moyen du ſoleil. C'étoit chercher à établir la vérité ſur des menſonges, ſur des rapports évidemment faux ; les aſtronômes ne peuvent ignorer que les poſitions moyennes n'exiſtent point : c'eſt une ſuppoſition du calcul pour arriver à connoître les poſitions vraies. Rappelons les principes : les planetes ſe meuvent inégalement dans leur orbite, leurs inégalités ſont réparties dans les différens points de cette orbite, & reviennent

Digitized by Google

les mêmes, lorſqu'après une ou pluſieurs révolutions la planete ſe retrouve dans les mêmes points. Il faut donc connoître le lieu de la planete dans ſon orbite, pour connoître ſon inégalité; c'eſt à quoi ſert le moyen mouvement; il donne le lieu moyen de la planete, le lieu où elle ſeroit ſi elle n'avoit point d'inégalité: alors on calcule cette inégalité pour corriger le lieu moyen, & connoître le lieu vrai ou apparent, qui eſt celui où nous voyons réellement les aſtres dans le ciel. Pourquoi compare-t-on le lieu des planetes à celui du ſoleil, c'eſt pour avoir le rapport de leurs mouvemens, c'eſt parce qu'on ne connoît un mouvement qu'en le comparant à un autre? Mais pour avoir des réſultats exacts, il faut prendre ces mouvemens tels qu'ils ſont dans la nature, les mouvemens vrais donnés par l'obſervation, & non les mouvemens moyens déduits d'une hypothèſe fauſſe. Tycho n'entendoit point ces raiſons: il prétendoit que les oppoſitions devoient être rapportées au lieu moyen du ſoleil, ſans quoi on ne pouvoit repréſenter les obſervations (*a*).

§. XXXIV.

Képler, emporté par l'enthouſiaſme de la vérité, par l'ardeur de ſon âge, & peut-être auſſi par l'envie d'avoir raiſon contre un grand homme, entreprit des calculs énormes. Les dimenſions des orbites des planetes, établies ſur l'ancienne hypothèſe, lui étoient ſuſpectes; il établit de nouveau celles de l'orbite de Mars, en rapportant les oppoſitions au lieu vrai du ſoleil. Il employa une orbite circulaire, ſuivant l'uſage du tems, & il détermina l'excentricité avec autant d'exactitude que cette hypothèſe le comporte; mais comme il entrevoyoit

(*a*) Arg. du chap. I, dans la table *in ſtellam Martis.*

une exactitude plus grande, il fit des efforts incroyables. Les logarithmes n'étoient pas inventés, le calcul n'étoit pas alors ſi facile qu'il l'eſt aujourd'hui. Chacun de ces calculs occupe dix pages *in-folio*; il les répéta juſqu'à 70 fois : 70 calculs font donc 700 pages. Les calculateurs ſavent combien on fait de fautes, combien il faut recommencer, & le tems qu'exigent 700 pages de calcul (*a*). Cet homme étoit étonnant, ſon génie n'étoit point rebuté de ces recherches minutieuſes & peſantes, & ces recherches n'uſoient point ſon génie.

Avec ces élémens, Képler calcula douze obſervations de Mars oppoſé au ſoleil, faites par Tycho lui-même, & il montra que ces obſervations étoient beaucoup mieux repréſentées lorſqu'on les rapportoit au lieu vrai, que lorſqu'on les rapportoit au lieu moyen du ſoleil : ſa méthode étoit donc préférable ; elle approchoit plus de la vérité, & l'auteur l'emportoit ſur Tycho. Mais Képler étoit trop grand pour ne lui pas rendre juſtice ; il déclare qu'un excellent obſervateur tel que Tycho, eſt un préſent de la bonté divine pour la perfection de l'aſtronomie, & que la reconnoiſſance de ſes ſucceſſeurs doit être d'établir des théories auſſi bonnes que ſes obſervations (*b*).

Cette méthode ne ſuffiſoit pas cependant encore : en repréſentant la longitude de Mars à deux minutes près, elle ne repréſentoit pas la latitude, à moins qu'on ne partageât l'excentricité de la terre en deux, & alors la longitude n'étoit plus repréſentée qu'avec des erreurs de huit minutes. Si Képler, comme il le dit lui-même, eût négligé cette erreur, l'aſtronomie arrêtée n'eût plus fait aucun progrès entre ſes mains (*c*).

(*a*) *In ſtellam Martis*, Cap. XVI, pag. 95.

(*b*) *Ibid.* C. XVIII & XIX, p. 108 & 113.

(*c*) *Ibid.* C. XIX, p. 113.

§. XXXV.

Cette propoſition de partager l'excentricité en deux éleva une queſtion entre Képler & Tycho. Puiſque les planetes ſe meuvent avec une vîteſſe inégale autour du ſoleil, vîteſſe qui eſt la plus grande & la plus petite aux deux extrémités des abſides, il s'enſuit que dans cette ligne, à une certaine diſtance du ſoleil, il y a un point où la vîteſſe paroîtroit égale. Cette diſtance a été nommée l'excentricité, ce point eſt le centre de l'équant; & dans tous les orbes des planetes, ſuivant l'hypothèſe des anciens, il eſt au-delà du centre du cercle qu'elles décrivent. Mais Ptolémée, Copernic, ni Tycho n'avoient point donné d'équant à la terre; ils ſuppoſoient que les mouvemens, vus du centre de ſon cercle, devoient être égaux: c'eſt ce qui réſulte néceſſairement de l'hypothèſe d'une orbite circulaire, parcourue uniformément. La néceſſité de l'équant prouvoit donc au moins que l'orbite des autres planetes n'étoit pas pourcourue toujours avec la même vîteſſe, & les anciens quelquefois ont abandonné l'uniformité ſans s'en douter. C'eſt parce qu'on entend mal ſon hypothèſe, qu'on en ſuit une fauſſe; ſi l'on étoit conſéquent, l'erreur ſeroit preſque toujours découverte.

Képler conçut des ſoupçons; il étoit choqué de voir que cet équant, ou l'épicycle par lequel Copernic l'avoit remplacé dans ſon ſyſtême, ne fuſſent pas communs à la terre & aux planetes. Ce grand homme voyoit clairement que les loix de la nature ſont générales (*a*). Il en réſultoit que l'orbite de la terre paroiſſoit variable: Arzachel l'avoit cru, & Copernic & Tycho l'avoient ſuivi (*b*).

Il imagina une méthode ſinguliere & ingénieuſe de déter-

(*a*) *In ſtellam Martis*, c. XXII. p. 124. (*b*) *Ibid.* p. 125.

l'excentricité de Tycho (*a*) ; il détermina le lieu de l'apogée du ſoleil, qu'il trouva comme Tycho (*b*) ; il calcula pour chaque obſervation, les diſtances du ſoleil à la terre. Cela fait, il renverſa le problême, & ſuppoſant ces élémens donnés, ainſi que les diſtances du ſoleil, il combina deux à deux cinq obſervations ; les réſultats de chaque combinaiſon lui donnerent toujours la même longitude & la même diſtance de Mars au Soleil. Cet accord annonçoit que les élémens de l'orbe annuel de la terre ou du ſoleil étoient auſſi vrais que les obſervations étoient exactes (*c*). Aſſuré de la vraie excentricité de l'orbe de la terre, il fut en état de calculer géométriquement les diſtances au ſoleil dans tous les points (*d*). Tycho craignoit qu'en partageant ainſi l'excentricité, on ne retrouvât plus les équations propres à l'orbite ; mais Képler démontre qu'elles ſont les mêmes dans les deux hypothèſes (*e*). C'eſt ainſi qu'il rectifia la théorie du ſoleil.

§. XXXVII.

Copernic avoit fait une grande réforme, il avoit changé l'ordre des recherches & la face des choſes; avant lui la terre étoit le centre, on croyoit les voir telles qu'elles ſont. Dans le nouveau ſyſtême & dans la vérité, nous ne voyons jamais que des apparences, que des mouvemens compoſés du mouvement de la planete & de celui de la terre, il faut démêler tout cela, tout tranſporter au centre du ſoleil, conſidérer les mouvemens céleſtes de ce point où nous n'avons jamais été, & ſe reſoudre à ne voir la nature telle quelle eſt que par la vue de l'eſprit.

(*a*) *In ſtellam Martis*, C. XXIII. XXIV, p. 129 & ſuiv.
(*b*) *Ibid.* C. XXV, p. 135.
(*c*) *Ibid.* C. XXVIII, p. 151.
(*d*) *Ibid.* C. XXIV, XXX, p. 157.
(*e*) *Ibid.* C. XXXI, p. 164.

Mais il reſpecta les anciens, en laiſſant aux planetes l'uniformité; il penſa que leurs inégalités étoient optiques : les aſtres ſe meuvent également dans leurs cercles; mais la terre ou le ſoleil étant hors du centre, les mouvemens ſemblent inégaux. Képler plus hardi, alla encore plus loin : en montrant que les mouvemens étoient inégaux autour du centre même, on fut forcé de croire que l'inégalité des planetes étoit réelle; les aſtres perdirent cette conſtance ſi long-tems admirée, & Képler les dépouilla du caractere divin de l'uniformité. Mais cet effet nouveau demandoit une cauſe. Képler étoit porté à cette recherche, & par la néceſſité de rendre la nouveauté vraiſemblable, & par ſon ardeur naturelle pour tout pénétrer & pour tout expliquer. Il dit lui-même très-philoſophiquement que les occaſions, la méthode par leſquelles les hommes parviennent à la connoiſſance des choſes, n'eſt pas moins admirable que ces choſes mêmes (*a*). Nous allons le voir étendre les faits par des conjectures, s'appuyer d'une idée pour en atteindre une autre. C'eſt à nous de préſenter l'ordre de ſes penſées, & de ſuivre avec un fidélité reſpectueuſe, l'homme de génie qui contemple la nature.

§. XXXVIII.

Les planetes ſe meuvent d'autant plus lentement qu'elles ſont plus éloignées du centre du monde, ou du ſoleil, d'autant plus vîte qu'elles en ſont plus proches. Leur vertu motrice ne peut être que dans elles-mêmes ou dans cet aſtre. Ces deux effets, qui concourent toujours, diminution de vîteſſe, augmentation de diſtance, doivent avoir la même cauſe. Képler

(*a*) Table des arg. pour le Cha. XLV.

fait

fait ici une diſtinction aſſez ingénieuſe, en obſervant que dans l'ordre des choſes la diſtance doit être conſidérée avant le mouvement gyratoire, ou de tranſlation circulaire dans l'orbite, car ce mouvement ne peut exiſter ſans un eſpace où il puiſſe s'accomplir, il ſuppoſe néceſſairement quelque diſtance du centre. La diſtance eſt donc antérieure au mouvement, & ne peut être produite par lui; il eſt donc plus conforme à la vraiſemblance de ſuppoſer au contraire que c'eſt la diſtance qui altere ce mouvement. On peut obſerver comment l'eſprit humain s'eſſayoit avant de s'élever à la hauteur de Newton. Cette idée métaphyſique guide le génie de Képler; il découvre que les cauſes de la variation de la vîteſſe, & la ſource du mouvement ſont dans le centre du monde. C'eſt une belle & grande concluſion! Son eſprit porté aux ſimilitudes, apperçoit les planetes comme attachées aux bras d'une balance, & peſant d'autant moins qu'elles ſont plus près du centre; il en concluoit que peſant moins, elles devoient marcher plus vîte. Newton a démontré au contraire qu'elles marchent plus vîte, parce qu'elles peſent davantage.

Mais le centre du monde, où réſide la vertu motrice, ne peut être que le ſoleil, qui regle les diſtances & les altérations de la vîteſſe de chaque planete; il eſt leur modérateur commun. Tycho veut en excepter la terre ſeule; on demande lequel eſt plus vraiſemblable, que le ſoleil où réſide la vertu motrice des cinq planetes, poſſede auſſi celle qui fait mouvoir la Terre, ou que ce Soleil, modérateur des lourdes planetes, telles que Jupiter & Saturne, ſoit mu lui-même, accompagné de ces maſſes, par une force proportionnée, infiniment puiſſante, & cachée dans notre petit globe. Képler eut la gloire de donner la premiere confirmation du ſyſtême de Copernic. L'immobilité

du ſoleil fut motivée par la force que Képler appercevoit dans cet aſtre. » Je ſens, diſoit-il qu'on peut tirer de la lune, qui » ſe meut autour de la terre, une objection du même genre » que celle que j'oppoſe à Tycho ; mais j'aime mieux per- » mettre à la lune de ſuivre & d'envelopper notre globe en » vertu d'une parenté particuliere, que de tranſporter à la » terre la faculté de mouvoir le ſoleil, chargé de toutes les » planetes qu'il enchaîne & qu'il retient par ſa force prépon- » dérante (*a*).

§. XXXIX.

UNE belle idée, c'eſt la comparaiſon que Képler établit auſſi-tôt entre cette vertu motrice du ſoleil. & la lumiere ; l'une & l'autre ſe tranſportent inſtantanément à de grandes diſtances, toutes deux agiſſent en ligne droite, la vertu motrice eſt plus active & plus forte, comme la lumiere eſt plus ſerrée & plus denſe à un moindre éloignement. Cette comparaiſon va lui fournir l'eſtimation de la vertu motrice, & on peut s'étonner de le voir approcher la vraie meſure, ſans l'atteindre, ni l'appercevoir. La lumiere s'affoiblit en s'éloignant du corps lumineux ; elle ſe propage en rayons divergens, qui forment des cônes dont la baſe va toujours en s'élargiſſant, & où la même quantité de lumiere, occupant de plus grands eſpaces, a moins de vivacité & de force. Le contour de ces baſes circulaires augmente comme les diſtances au point lumineux ; Képler croit que la lumiere diminue dans la même raiſon : il conçoit que la vertu motrice ſe répand comme elle par des rayons divergens, s'affoiblit en embraſſant plus d'eſpace, & enfin diminue en raiſon de l'augmentation de la diſtance.

(*a*) *In ſtellam Martis*, Cap. XXXIII, p. 170.

Il n'eſt pas queſtion ici du contour des cercles, mais de leur ſurface, puiſque c'eſt pour couvrir cette ſurface que la lumiere s'affoiblit en ſe partageant. Kepler a bien vu que ces ſurfaces augmentent, & que la lumiere diminue comme le quarré des diſtances, mais il n'étend pas juſques-là ſa comparaiſon; il n'établit pas la même proportion dans le décroiſſement de la force motrice, il la regle ſur la ſimple diſtance lorſqu'en faiſant un pas de plus il déroboit au philoſophe Anglois la loi de la gravitation. Voilà pourtant à quoi tiennent les grandes découvertes; la vérité étoit ſaiſie s'il avoit voulu la voir. Les petites choſes font les progrès de l'eſprit humain comme le deſtin des empires. Mais la nature, en portant Képler ſi loin, en avoit aſſez fait pour une fois, il falloit qu'elle ſe reposât pour élever Newton. Nous ne décrivons ici que les travaux de ſon précurſeur.

§. XL.

Cette conſidération de la vertu motrice s'affoibliſſant par la diſtance, agiſſant comme la lumiere en ligne droite, amena une difficulté. Cette vertu ne peut agir que comme elle ſe propage, & il n'en peut réſulter qu'un mouvement en ligne droite. Il ſemble encore ici que tout fut préparé pour décompoſer le mouvement circulaire des planetes, pour voir l'effet de deux actions, dont l'une tendoit au ſoleil. Archimede avoit conſidéré le cercle comme un polygone d'une infinité de côtés, & par conſéquent compoſé de petites lignes droites réunies. Képler ne connoiſſoit de mouvemens naturels que ceux qui s'exécutent en ligne droite. Fracaſtor avoit montré que le mouvement ſuivant une direction, pouvoit ſe décompoſer en deux autres. Tartalea avoit enſeigné que dans le jet des bombes il peut naître un mouvement plié en courbe, des forces combinées de la poudre & de la peſanteur, qui agiſſent en ligne

droite. La faculté de ces rapprochemens manqua tout-à-fait à Képler, les principes de Tartalea & de Fracaſtor étoient apparemment trop nouveaux. Il ſemble que les idées ayent comme nous une enfance & un premier état de foibleſſe ; elles ne produiſent point à leur naiſſance, & elles ne tiennent que de l'âge & du tems leur vertu féconde. Képler vit une ſeule action dans la tranſlation des planetes. L'eſprit philoſophique, qui le portoit à tout ſimplifier, lui fit regarder le ſoleil comme la ſource unique du mouvement. Alors il ſe demanda comment la vertu motrice de cet aſtre, agiſſant en ligne droite, faiſoit cependant tourner & circuler les planetes. La queſtion étoit embarraſſante, il jeta les yeux ſur la terre qui ſe meut circulairement ſur ſon axe, entraînant enſemble toutes les Parties de ſa maſſe, les corps placés à ſa ſuperficie, le fluide de l'air qui les baigne, portant cette puiſſance juſqu'aux limites de l'atmoſphere, & la réponſe de Képler fut de déviner la rotation du ſoleil. Il conçut que le ſoleil devoit tourner ſans ceſſe ſur lui-même. L'influence qu'il répand dans l'univers conſerve cette gyration, & la communique aux planetes. Les émanations de cette vertu ſont conſidérées comme des rayons, comme des leviers infiniment étendus, mais toujours attachés à leur centre, autour duquel ils font leur révolution, en pouſſant devant eux les corps qu'ils rencontrent. C'étoit cependant en 1609, avant l'invention des lunetes, que Képler, par la vue de l'eſprit, appercevoit la rotation du ſoleil. Il conclut du mouvement des planetes que cette rotation devoit ſe faire dans le ſens du zodiaque ; c'étoit encore une vérité que lui revéloit ſon génie. Mais s'il fut aſſez heureux pour prévenir ces découvertes, il ne réuſſit pas ſi bien à deviner le tems que le ſoleil emploie à tourner ſur lui-même. Il déduiſit d'une certaine proportion imaginaire que ce tems ne devoit être que d'environ

trois jours. Il ſuppoſa également que le mouvement de la lune naiſſoit de la révolution diurne de la terre : il établit que les effets de la rotation du ſoleil s'étendoient dans tout le ſyſtême planétaire ; mais ſuppoſant que les planetes doivent réſiſter, il fonda ſur ce qu'il nomme l'inclination au repos, ou ſur la force d'inertie, la lenteur du mouvement des planetes. Elles ſe meuvent infiniment moins vîte que le globe ſolaire en raiſon de leur inertie ou de leur maſſe.

On ne peut pas dire que ces idées de Képler ne ſoient pas juſtes. On n'a pas encore démontré qu'il n'eſt aucune liaiſon entre la rotation du ſoleil & le mouvement des planetes. Il eſt certain qu'il y a quelque cauſe phyſique qui les retient dans une zône étroite du ciel. C'eſt dans cette zône que s'opere la rotation du ſoleil. Képler avoit ſi bien vu que nous n'avons pu rien voir de plus; un ſiecle, une multitude de découvertes ne nous ont rien appris à cet égard : & cent trente ans après Képler, M. Daniel Bernouilli a repris cette idée pour expliquer comment les planetes ſont réunies dans des routes ſi voiſines, & ſe ſerrent de ſi près dans un ciel libre, où tant d'eſpaces ſont vides.

§. XLI.

Gilbert, Anglois, avoit comparé la terre à un grand aimant, Képler compare le ſoleil à un aimant plus grand & plus actif encore (*a*); il y avoit un phénomène difficile à expliquer. Si la rotation du ſoleil eſt la cauſe du mouvement circulaire des planetes, pourquoi cet aſtre n'eſt-il pas au centre de leurs orbites ? Pourquoi cette circonvolution, toujours la même, n'a-t-elle pas des rayons égaux ? Les planetes allant

(*a*) *In ſtellam Martis*, Cap. XXIV, p. 162.

de leur aphélie à leur périhélie, s'approchent continuellement, & ſemblent deſcendre vers le ſoleil. Képler répond que c'eſt l'effet de la vertu attractive & magnétique. Mais enſuite, en allant du périhélie à l'aphélie, les planetes ſemblent fuir le ſoleil, & s'en éloigner autant qu'elles s'en étoient approchées. Képler trouve la ſolution de cette difficulté dans les propriétés de l'aimant. Les planetes ont, ainſi que la pierre de fer, des fibres rangées ſuivant une certaine direction : elles ont un pôle qui eſt attiré & un pôle qui eſt repouſſé, un pôle ami, & un pôle ennemi du ſoleil. Comme elles conſervent toujours leur paralléliſme, comme leurs points regardent toujours les mêmes points du ciel, il s'enſuit que tous ces points ſe préſentent ſucceſſivement au ſoleil ; elles doivent donc être attirées dans une moitié de leur révolution, & repouſſées dans l'autre (*a*).

§. XLII.

Képler, en établiſſant la vertu motrice du ſoleil, ouvroit la voie où devoit entrer Newton, & préparoit les eſprits. La gravitation n'eſt qu'une vertu motrice, comme celle de Képler, mais dont la marche & les effets mieux connus, ſont calculables. Chaque objection que réſolvoit Képler étoit autant de peine épargnée à Newton. On diſoit que comme l'interpoſition d'un corps cauſe une éclipſe, en interceptant la lumiere, il devoit y avoir également interruption de mouvement pour le plus éloigné de deux corps, qui, vus du ſoleil, ſe trouvoient dans la même ligne droite : l'un nuit à l'autre, en fermant les paſſage à l'action de la force. Képler répond que quelque analogie qu'il y ait entre la vertu motrice & la lumiere,

(*a*) Epit. Aſtron Coper. p. 587.

cette analogie n'exclut pas quelque différence. La lumiere ne ſe répand que ſur les ſurfaces où elle eſt repouſſée & réfléchie, l'opacité arrête ſon paſſage ; mais la vertu motrice pénetre la maſſe, puiſqu'elle tranſmet le mouvement à toutes les Parties, & l'opacité par conſéquent ne lui fait rien. Il n'oublie pas d'appuyer cette raiſon philoſophique d'un exemple ſenſible, c'eſt que le magnétiſme agit à travers les corps ſolides. Képler eſt ſi perſuadé de cette vérité, qu'il ne veut pas qu'on attribue à cette interruption de mouvement l'anticipation de l'aphélie des planetes ; il ſent bien que c'eſt un changement, une altération ; mais il remarque que ſi ce changement arrivoit par diminution, les aphélies reculeroient au lieu d'avancer : c'eſt donc au contraire une addition de force & de mouvement. Sa vue fut aſſez perçante pour appercevoir que cet effet devoit appartenir à une cauſe étrangere (*a*). Il y ramene auſſi les excentricités, les inclinaiſons des planetes. Tout ce qu'elles ont de commun, elles le tiennent du ſoleil ; les différences ſeules ne viennent point de lui (*b*). Si, comme nous le penſons, le génie s'annonce par la grandeur des vues, par la généralité des idées, peu d'hommes ont été mieux partagés de ce don ſi rare de la nature. Toutes ces idées ſont bonnes & exactes, le tems en a vérifié une partie. Nous ſommes obligés d'avouer qu'il ajoute que cette cauſe peut être animale ; c'eſt le ſceau du ſiecle où cette opinion expirante avoit encore des partiſans. Képler dominoit puiſſamment ce ſiecle, mais en le réformant ſur tant de points, il a bien fallu lui céder ſur quelque choſe : on ne doit pas s'étonner ſi en qualité d'homme, il a payé ſon tribut à l'éducation, à l'habitude & à la foibleſſe humaine. Cependant on peut voir comment

(*a*) *In ſtellam Martis*, C. XXXV, p. 177. (*b*) *Ibid.* C. XXXVIII, p. 184.

il a preſſé les partiſans de cette opinion de l'ame ou de l'intelligence des aſtres (*a*). S'il conſerve des égards, c'eſt qu'il traitoit cette opinion antique comme ſouvent à la Cour on traite les gens en crédit, qu'on reſpecte tant qu'ils ſont en place, en cherchant à les détruire.

Nous ne ſuivons point Képler dans l'explication des équations de la lune, dans les raiſons pourquoi les planetes ne s'écartent pas du zodiaque, & s'écartent inégalement de l'écliptique (*b*); car il entrevoyoit plutôt le principe qu'il ne le voyoit réellement & diſtinctement ; en conſéquence plus on s'éloigne de cette image altérée de la vérité, plus les conſéquences deviennent incertaines & fauſſes.

§. XLIII.

La marche des hommes eſt d'étudier la nature par des faits ſéparés. Lorſqu'ils ont aſſez vu, ils ſe retirent avec eux-mêmes. Les faits ſont amaſſés dans leur tête, la chaîne manque ; mais cette chaîne exiſte, il eſt donc poſſible de la découvrir. Ceux qui ont reçu du génie, prennent le crayon, ils deſſinent un plan ; voilà où étoit parvenu Képler. Alors il ne s'agit plus que d'appliquer ce plan tracé par l'imagination ſur le grand modele, qui eſt la nature ; il faut revenir à l'obſervation. Le don le plus heureux du ciel, l'invention eſt placée entre les faits qui fondent les ſyſtêmes & les faits qui les vérifient.

Képler avoit établi que les planetes ſe mouvoient inégalement, avec plus ou moins de vîteſſe, il en avoit cherché & trouvé la cauſe ; il revint ſur ſes pas pour trouver la meſure

(*a*) *In ſtellam Martis*, Cap. XXXIX, pag. 185.

(*b*) *Ibid.* C. XXXVI, p. 181; C. XXXVII, p. 182.

de

de ces inégalités & de ces changemens de vîteſſe : mais dans un ouvrage où nous ſommes deſtinés à parler de mouvement, de vîteſſe & de force, il faut définir le ſens de ces mots qu'on prononce ſouvent ſans les entendre.

§. XLIV.

Le mouvement, la vîteſſe, la force, n'ont de meſure que dans l'eſpace & dans le tems, dans ces deux infinis qui renferment tous les êtres créés. L'ordre, l'arrangement de ces êtres, quand ils exiſtent enſemble, forment l'eſpace, ou l'étendue ; la ſucceſſion de ces êtres détruits & renaiſſans forme le tems ou la durée (*a*). Cela poſé, le mouvement tranſporte dans l'étendue les corps d'un lieu à un autre ; on le détermine par l'eſpace parcouru ; il ſuppoſe deux points fixes, celui du départ & celui de l'arrivée. La nature du mouvement, la maniere dont il s'opere ſont des myſteres impénétrables. Ce grand phénomène répété partout, mais cependant unique en ſon eſpece, ne peut être comparé qu'à lui, ne peut être connu que par lui-même. Il faut donc comparer les mouvemens de pluſieurs corps, alors il en naît une nouvelle conſidération, c'eſt celle du tems. Partout où il exiſte du mouvement, il y a de l'eſpace parcouru. Les mouvemens ne peuvent donc différer que par l'inégalité d'eſpace parcouru dans un même tems, ou par inégalité de tems pour un même eſpace parcouru. De-là l'idée de vîteſſe. Nous diſons qu'un corps ſe meut plus

(*a*) Nous ne connoiſſons rien qu'en qualité d'êtres ſenſibles, nous ne pouvons donc avoir l'idée de l'étendue que par les ſenſations préſentes, réellement reçues à la fois, ou bien par celles que l'imagination réunit pour les préſenter à notre ame, & pour nous peindre l'univers. De même nous ne pouvons avoir l'idée de la durée, qu'en rappelant en nous-mêmes les ſenſations ſucceſſives que nous avons reçues du même objet, ou celles qui ont affecté des individus ſucceſſifs, & qui nous ont été tranſmiſes par le récit, & par la tradition.

vîte qu'un autre lorſqu'il parcourt un même eſpace en moins de tems. Dans le chemin des projectiles ſur la terre, l'eſpace ſe meſure en ligne droite ; mais il ne s'eſtime pas de même dans le mouvement circulaire des planetes. On peut les conſidérer comme attachés à l'extrémité d'un levier, d'une longue aiguille, qui a ſon centre dans le ſoleil ; leur mouvement eſt une révolution, leur chemin eſt un cercle : regardez le cadran d'une horloge, l'aiguille des minutes ſe meut ſur ſon centre ; chacun de ſes points, dans ſa longueur depuis le centre, parcourt une circonférence plus grande ; mais on ne fait point d'attention à cette circonſtance, il faut ſe rappeler ce que nous avons dit ci-devant ſur la meſure des mouvemens céleſtes par des angles (*a*). La fin, l'objet de ces mouvemens eſt d'accomplir une révolution circulaire ; cette révolution eſt la meſure commune, chaque pas doit être une partie de cette révolution, c'eſt-à-dire, un angle quelconque décrit autour du centre. Tous les points de l'aiguille ont donc le même mouvement & la même viteſſe, puiſqu'ils décrivent tous le même angle & dans le même tems. Si vous regardez enſuite l'aiguille des heures, elle décrit ſucceſſivement les mêmes angles, elle acheve la même révolution ; mais comme elle emploie douze fois plus de tems, elle a douze fois moins de viteſſe. Placez Saturne & Jupiter aux extrémités de ces aiguilles, pour comparer leurs mouvemens & leurs vîteſſes, il ne s'agira pas de ſavoir combien ils ont fait de lieues, ou de nos meſures terreſtres dans un même tems, mais dans quels tems différens chaque globe acheve la même révolution circulaire. Saturne met trente ans, Jupiter n'en emploie que douze, Jupiter a une vîteſſe une fois & demie plus grande ; ou bien on cherchera quels angles ils

(*a*) Tome I, Liv. II.

décrivent dans le même tems; quelque grands que ſoient les cercles, ils n'ont que le même nombre de 360° : Jupiter décrit trente de ces degrés par an, ſaturne n'en parcourt que douze, Jupiter a donc par ce calcul, comme par le premier, une fois & demie plus de vîteſſe.

La force eſt dans les corps la faculté de ſe mouvoir & de mouvoir les autres; elle eſt en nous le ſentiment de la puiſſance. Mais comment cette puiſſance paſſe-t-elle de mon ame dans ma main, qui ſaiſit une pierre, & dans la pierre, qui parcourt l'air pour aller tomber au loin ? Comment le choc ſuffit-il pour tranſmettre cette faculté ? Ce métal arrondi en globe, repoſe lourdement ſur la terre; on le place dans un cannal d'airain, la poudre s'enflamme, la maſſe peſante vole, & s'en va détruire les hommes & renverſer les murailles à de grandes diſtances. Après ces meurtres, après ces grands efforts, le globe retombe immobile & ſans action ſur la terre. Que s'eſt-il donc paſſé dans cette maſſe ? C'eſt la force qui ſuccede à l'inertie, c'eſt une ſorte de vie au lieu d'un état de mort. La force s'épuiſe, la vie ceſſe, & le corps redevient inanimé. On dit avec raiſon que la force anime le corps. Ne regardons cependant pas cette faculté ni comme une ame qui réſide dans le corps, ni comme un être qui en ſoit indépendant; c'eſt le ſecret de la nature, c'eſt la cauſe à jamais cachée de la formation de l'univers. Nous ne connoiſſons la force que par ſes effets; des reſſorts pliés, des corps peſans ſoulevés, des corps choqués, mis en mouvement, des eſpaces parcourus, voilà les effets de la force, voilà ſa meſure. Non ſeulement elle n'eſt point indépendante des corps, mais on voit qu'elle eſt liée, qu'elle eſt proportionnelle à leur maſſe; un grand corps fait plus d'effort qu'un petit : quand les corps ſont lancés dans l'étendue, leur force eſt d'autant plus grande qu'ils

parcourent plus d'eſpace en moins de tems, elle eſt donc auſſi proportionnelle à la vîteſſe. La grandeur, ou plutôt la maſſe des corps, leur vîteſſe, voilà les élémens de la force, les effets ou les ſignes ſenſibles par leſquels ce mécaniſme inconnu ſe dévoile à nos yeux.

§. XLV.

Képler, quoiqu'il eût l'eſprit très-métaphyſique, n'avoit peut-être pas des notions ſi nettes du mouvement & de la force. Nous les avons réunies pour les préſenter à la fois & les éclairer l'un par l'autre. Cependant il ſentoit que les planetes ſe mouvoient inégalement, il les voyoit perdre de leur vîteſſe, en augmentant leur diſtance au ſoleil; il en attribuoit la cauſe à la diminution de la force émanée de cet aſtre. Il meſuroit cette diminution de force, cette perte de vîteſſe par l'augmentation de diſtance; une diſtance double donnoit une force & une vîteſſe une fois plus petite. Cette hypothèſe le conduiſit à une grande découverte. Il imagina qu'en ſommant les diſtances, en prenant enſemble toutes celles qui avoient eu lieu dans un intervalle, il auroit la ſomme des vîteſſes; mais les vîteſſes, nous l'avons dit, ſont repréſentées par la grandeur des arcs, ou des angles décrits autour du centre, en tems égaux. Il falloit donc comparer ces arcs, décrits par les planetes, à la ſomme de toutes les diſtances qu'elles avoient eues dans le même tems. Cette comparaiſon lui parut difficile, & comme les difficultés aiguiſent le génie & amenent l'invention, il imagina de ſubſtituer les aires au tems.

Les aires ne ſignifient proprement que les ſurfaces. L'aire d'un ſecteur de cercle, c'eſt l'eſpace enfermé entre deux rayons menés du centre, & l'arc qu'ils embraſſent. Il eſt aiſé de voir que dans le cercle lorſque les arcs ſont égaux, les ſecteurs le

ſont auſſi ; ils ſeroient donc comme les arcs proportionnels au tems pour un aſtre qui parcourroit ce cercle uniformément. Képler ſubſtitua, pour meſurer le tems, les aires aux arcs de ces ſecteurs. Ce premier pas étoit déciſif dans le chemin de la vérité; il ſuivit le trait de lumiere qui la lui faiſoit appercevoir, il ſe tranſporta dans le ſoleil placé hors du centre : alors ces rayons menés du ſoleil, ces rayons qui ſont la diſtance des planetes, croiſſent, décroiſſent, & avoient été reconnus par Képler pour la meſure de l'inégalité. Képler vit que ſi le demi-cercle pouvoit être conſidéré comme la ſomme de tous les rayons égaux, menés du centre, il étoit également la ſomme de tous les rayons inégaux, menés du point occupé par le ſoleil, & il penſa que l'aire des ſecteurs, comptée de ce point, étoit proportionnelle au tems. Si vous prenez un arc dans un cercle, & que vous meniez de ſes deux extrémités deux rayons au centre, & deux autres au point excentrique où eſt le ſoleil, il en naîtra deux ſecteurs, dont le premier meſurera le tems égal & uniforme, le ſecond le tems accéléré ou retardé. Si cet arc eſt la douzieme partie du cercle, l'aire du premier ſecteur ſera la douzieme partie de toute la ſurface circulaire, & le tems, s'il étoit égal & uniforme dans cet arc, ſeroit auſſi la douzieme partie de la révolution entiere du cercle. Mais ce tems ne l'eſt pas, & ſon inégalité eſt meſurée par le rapport du ſecond ſecteur à la ſurface circulaire. Si ce ſecteur au ſoleil eſt plus grand ou plus petit que le ſecteur au centre, le tems ſera plus long ou plus court, il ſera plus ou moins que la douzieme partie de la révolution (*a*).

(*a*) Le ſecteur CBD, ou BKL (*fig.* 4) formé au centre du cercle, eſt la meſure du tems uniforme, le ſecteur CAD, ou LAK formé au point excentrique A, eſt la meſure du tems inégal, retardé de C en D, puiſque le ſecteur CAD eſt plus grand que CBD, & le tems plus long, accéléré de K en L, puiſque le ſecteur LAK eſt plus petit que BKL & le tems plus court.

Digitized by Google

Képler appliqua cette hypothèſe au mouvement de la terre autour du ſoleil, & ayant déduit toutes les inégalités qui répondent aux différens point de l'orbe annuel, il les compara aux inégalités obſervées par Tycho ; les unes & les autres ſe trouverent ſemblables, & ſon hypothèſe fut vérifiée. Il établit donc cette regle ſimple, que les ſurfaces ou les aires des ſecteurs autour du ſoleil, ſont proportionnelles aux tems employés à les décrire.

§. XLVI.

KÉPLER, dans cette recherche, s'étoit encore ſervi des mouvemens circulaires; il ſe plaint des peines & du tems que cette hypothèſe lui a coutés : erreur d'autant plus dangereuſe qu'elle étoit appuyée ſur une haute antiquité & ſur un grand nombre de ſuffrages illuſtres (*a*). Elle lui manqua tout-à-fait, quand il paſſa à la théorie des mouvemens de Mars, qui avoit fait le déſeſpoir de Rheticus. Képler avoit déduit des obſervations de Tycho les diſtances exactes de Mars au Soleil dans les différentes parties de ſon cours. Ces diſtances comparées lui faiſoient connoître la quantité de l'excentricité & le lieu de l'aphélie. Mais lorſque Képler décrivoit un cercle ſur ces dimenſions, ce cercle ne repréſentoit plus les autres diſtances de Mars. Ces diſtances étoient plus courtes que celles qui appartenoient au cercle. La planete n'étoit vraiment ſur ce cercle que dans l'aphélie & dans le périhélie, dans les points où elle eſt le plus loin & le plus près du ſoleil (*b*). Il ſembloit qu'en partant de l'aphélie, elle rentrât en dedans & s'éloignât

(*a*) *Tantò nocentior temporis fur, quantò erat ab autoritate omnium philoſophorum inſtructior, & metaphyſica in ſpecie convenientior*, Cap. XL, p. 192.

(*b*) *Voyez la figure 5* ; la planete eſt toujours en dedans du cercle, excepté dans les points B, D de l'aphélie & du périhélie.

du cercle toujours de plus en plus juſqu'à peu-près la moitié de ſa demi-révolution ; elle s'en rapprochoit enſuite pour s'y retrouver au point du périhélie, & s'en éloigner encore de même pendant la durée de l'autre demi-révolution. Sa route étoit donc un cercle applati dans ſon milieu, ou pour mieux dire, ce n'étoit pas un cercle. L'hypothèſe des mouvemens circulaires n'avoit donc été qu'une longue erreur ! il falloit une courbe fermée, puiſque la planete reprenoit conſtamment la même trace par des révolutions enchaînées & ſucceſſives : la nature de cette courbe étoit indiquée par la figure de cette trace même ; c'étoit une ovale, ou une ellipſe (*a*).

§. XLVII.

CETTE idée d'ovale s'étoit déjà préſentée. Reinhold avoit remarqué que par les hypothèſes de Ptolémée, la lune éloignée de la terre dans ſes conjonctions & ſes oppoſitions, fort rapprochée dans ſes quadratures, décrivoit à travers l'eſpace une route dont la figure étoit une ovale (*b*) ; mais il crut n'obſerver qu'une apparence, & ſa remarque fut ſans fruit. Mœſtlin, le maître de Képler, expliquant la marche des cometes, & leur donnant un épicycle, ſuppoſa, pour repréſenter les bizarreries de leur mouvement, que cet épicycle ſe projetoit dans le ciel ſous la figure d'une ovale (*c*). C'eſt ainſi que marche l'eſprit humain : il ſemble que les idées s'eſſayent avant de ſe montrer au grand jour ; pluſieurs têtes les conçoivent, mais proportionnellement à leur capacité. Qu'on n'en infere rien contre les inventeurs en général, & contre Képler en particulier ; leur gloire n'eſt point affoiblie par cette prépa-

(*a*) &c. Cap. XLIV, p. 212.
(*b*) Hiſt. Aſtron. moderne, T. I, p. 367.
(*c*) Hiſtoire de l'Aſtron. Mod., Tom. I, page 410.

ration des idées. C'eſt le terroir qui donne à un germe ſon entier développement. Dans le travail de la nature, le ſeul but eſt la production; on ne compte point les germes avortés, la terre les cache dans ſon ſein, & ne ſe pare que de ceux qui portent du fruit. Le mérite de l'invention n'eſt pas dans une idée offerte par le haſard, dans une idée que l'on n'eſt pas en état d'apprécier, & que l'on produit avec indifférence. Toute vérité nouvelle eſt liée par des rapports avec des vérités déjà connues, avec d'autres vérités qui en doivent éclorre. On ne la poſſede réellement que quand on peut montrer ſes prémices & ſes conſéquences. Képler mérite la gloire d'inventeur, parce qu'il peut rendre compte de ſes progrès; il s'eſt avancé le flambeau à la main dans la connoiſſance de la nature, & il a éclairé tous ſes pas.

§. XLVIII.

Il a commencé par montrer l'erreur de rapporter les oppoſitions des planetes au lieu moyen du ſoleil; il a donc ſubſtitué des réſultats vrais aux réſultats faux, qui juſques-là avoient égaré tous les aſtronômes; voilà ſon premier pas. Le ſecond fut de partager l'excentricité de la terre, de montrer que les mouvemens n'étoient pas égaux, vus du centre de l'orbite; il n'y avoit donc plus d'uniformité dans ces mouvemens, & Képler avançoit, en abattant des préjugés. Le tréſor des obſervations de Tycho le mettoit en état de comparer toujours ſes idées neuves aux phénomènes. Un excellent obſervateur & un grand philoſophe ont dévoilé la nature. Juſqu'à Képler, on s'étoit attaché particuliérement à repréſenter la marche des planetes dans leur orbite, on ne s'étoit gueres embarraſſé de leurs diſtances: là cependant étoit caché le

le principal défaut des théories. Le troiſieme pas de Képler fut de conſidérer attentivement les variations des diſtances ; il ſuivit, calcula péniblement ces diſtances mêmes, & ayant toujours placé la planete à leurs extrémités, il la vit ſortir de cette circonférence circulaire, ſi chere aux anciens, rentrer dans l'intérieur pour lui montrer une route plus applatie, & lui en dévoiler la figure elliptique. C'eſt par cette ſuite d'idées & de progrès, c'eſt par de ſemblables efforts qu'on ſe rend digne de déchirer un voile étendu ſur vingt ſiecles, & de devenir la lumiere des ſiecles ſuivans, en révélant aux hommes une vérité éternelle.

Képler la poſſédoit dans toute ſon étendue cette vérité ; il tranſporta dans la route elliptique la loi qu'il avoit démontrée pour le cercle de la proportionnalité des aires au tems (*a*). Il eſt vrai qu'il ne la démontrera pas dans l'ellipſe. Le tems n'étoit pas venu de prouver qu'elle doit exiſter, mais il prouva qu'elle exiſte en effet ; il l'appliqua aux mouvemens de toutes les planetes, & ces mouvemens s'y conformerent. Les cauſes découvertes ne ſont jamais que des hypothèſes inventées ; les hommes imaginent tandis que la nature opere, & lorſqu'elle juſtifie leurs penſées, ils ont droit de dire qu'ils ont ſaiſi ſon mécaniſme. Toutes les planetes, à la voix de Képler, marcherent dans des ellipſes ; ces ellipſes ne different que par des excentricités plus ou moins grandes, mais le ſoleil occupe le foyer commun. Cet aſtre, adoré dans l'antiquité primitive, comme l'ame & le pere de la nature, comme le bienfaiteur

(*a*) Dans une ellipſe (*fig. 6*) l'eſpace I F H renfermé par deux lignes FI, FH menées du foyer F, & par une portion de l'ellipſe I H, eſt un ſecteur elliptique. Képler établit que ſi les deux ſecteurs I F H, B F E ſont égaux, c'eſt-à-dire, s'ils renferment une étendue, un eſpace égal, les arcs I H, B E, quoiqu'inégaux, ſeront parcourus par la planete en tems égaux. L'eſpace I F H, B F E ſe nomme l'aire du ſecteur ; c'eſt pourquoi on dit que les aires ſont proportionnelles aux tems.

de la terre, qu'il rend féconde & qu'il couvre de verdure; comme le bienfaiteur des hommes, qu'il éclaire & qu'il échauffe, fut placé par Copernic au milieu de notre ſyſtême planétaire, d'où il répand mieux partout ſa chaleur & ſa lumiere. Il étoit donc le centre de toutes les parties du grand tout. On dit que les anciens avoient connu la gravité, ou du moins une certaine tendance de quelques corps vers d'autres corps; mais elle étoit particuliere & ſemblable à celle qui fait tomber devant nous les graves vers la ſurface de la terre. Les anciens n'ont point généraliſé cette idée; ils n'ont point dirigé cette tendance au ſoleil; le ſoleil tournoit autour de nous, il étoit entraîné, il ne pouvoit être la cauſe du mouvement. Si c'eſt dans l'antiquité que Képler a ſaiſi cette idée, il l'a priſe reſtreinte & bornée, pour lui donner toute ſon étendue, pour l'élever à la claſſe des vérités générales. Kepler démontre réellement que le globe ſolaire eſt le lien univerſel; il y place une force par laquelle tout mouvement eſt produit, il fait du ſoleil l'eſſieu du monde. Les planetes l'enveloppent dans leurs cours: la ligne de leurs abſides paſſe par le centre de cet aſtre; & ſi ces abſides ſe meuvent, elles roulent autour de lui comme les rayons d'une roue ſur ſon centre, & comme les planetes elles-mêmes y roulent.

§. XLIX.

Voila donc quatre vérités eſſentielles & fondamentales. Les aſtres dans leurs cours périodiques, décrivent des ellipſes; le ſoleil occupe le foyer commun; la ligne des abſides paſſe par le ſoleil; enfin la planete, par ſon mouvement inégal à chaque pas qu'elle fait dans la circonférence elliptique, coupe dans la ſurface de la courbe des ſecteurs, ou des aires propor-

tionnelles au tems. Peut-être un reſte de l'ancien préjugé a-t-il fait ſortir cette derniere vérité. Képler inſtruit par une tradition ſucceſſive, imbu d'une philoſophie dont la ſimplicité étoit la baſe, ne cherchoit qu'elle à travers les faits multipliés, & les hypothèſes compliquées ; il ne la trouva ni dans Ptolémée, ni dans Copernic. En reconnoiſſant l'inégalité réelle du mouvement des planetes, il ſe vit forcé d'abandonner l'uniformité ; mais ſans doute il regrettoit de s'écarter de la ſageſſe des anciens. L'égalité, la conſtance inaltérable paroiſſent les attributs de tout ce qui eſt permanent. Il chercha cette égalité quelque part, & il la trouva dans les aires décrites autour du foyer. Il a fallu cependant paſſer par un grand nombre d'erreurs ; il a fallu ſubſtituer des ſuppoſitions forcées à des ſuppoſitions abſurdes ; il a fallu une longue ſuite de ſiecles pour arriver à ces principes ſimples. Ils étoient alors ſans doute auſſi neufs qu'ils ſont vrais. Les ſciences ont été fondées, oubliées & reconſtruites avant de découvrir le ſecret des mouvemens ſi long-tems obſervés, mais ce ſecret eſt connu pour jamais ; cette découverte eſt une faveur du ciel. Combien peut-on compter d'hommes dont les travaux utiles ne ſoient pas détruits par leurs ſucceſſeurs ? Combien d'eſprits célebres dont l'influence ne paſſe pas leur ſiecle ? Le privilége du génie, qui eſt un rayon de l'intelligence ſuprême, eſt de pénétrer dans l'eſſence des choſes, d'aſſeoir des vérités ſur les fondemens de la nature, & de les rendre auſſi durables que ſes ouvrages.

Ce n'eſt pas encore toute la gloire de Képler ; nous devons interrompre le récit de ſes travaux ; ſon émule, ſon contemporain, Galilée nous appelle en Italie. Les progrès de la lumiere leur avoient été confiés ; ils parurent à la fois pour les rendre plus rapides. Tous deux honorés par des décou-

vertes fondamentales, tous deux également bienfaiteurs de l'eſprit humain, ils s'élevoient à la même hauteur & ſe partageoient l'admiration des hommes, comme jadis les Céſars de Rome, placés ſur deux trônes ſemblables, partageoient l'empire du monde.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SECOND.

De Galilée & des dernieres années de Képler.

§. PREMIER.

DE tous tems on a vu les corps tomber & ſe mouvoir, la pierre abandonnée dans l'air ſe précipiter vers la ſurface de la terre, ou cette pierre, lancée par la main de l'homme, continuer de parcourir une route marquée, comme s'il lui avoit communiqué ſon ame & ſa volonté. Ce phénomène du mouvement ſe multiplie de toute maniere autour de nous: nous naiſſons, nous vivons avec lui; & lorſqu'il ceſſe pour nous, la partie matérielle de notre être, la machine humaine ſe détruit. L'habitude de voir ces merveilles nous les fait méconnoître; l'ignorance ne s'en étonne pas. Mais la philoſophie, en apprenant à voir, apperçut des myſteres de la nature dans

les choſes les plus familieres. Tandis que Képler en Allemagne cherchoit la cauſe des mouvemens céleſte, Galilée en Italie méditoit profondément ſur la chûte des corps. On avoit déjà reconnu leur accélération; on avoit vu qu'en tombant de plus haut, ils tomboient plus vîte relativement à l'eſpace parcouru dans la chûte. Si un corps emploie une ſeconde de tems à tomber d'une hauteur de quinze pieds, il tombera de trente ou quarante pieds en moins de deux ſecondes. Le mouvement s'augmente donc dans la chûte; il ſemble qu'il ſe reproduiſe & que le mouvement ſoit engendré du mouvement. Ce phénomène ſingulier, mal obſervé, fut mal expliqué; il ne produiſit que des erreurs. On doit cependant diſtinguer dans cette carriere, & parmi les prédéceſſeurs de Galilée, Michel Varro, Genevois (*a*), qui eut des idées aſſez juſtes ſur la gravité, ſur la force d'inertie: il parla même avant Képler de cette derniere force. Elle eſt prouvée par la réſiſtance à l'effort qui tend à déplacer les corps, elle eſt meſurée par l'effort néceſſaire pour la vaincre. Il ne fut pas ſi heureux en expliquant l'accélération, il entrevit ſeulement le principe. La peſanteur, dit-il, eſt l'effet d'un certain deſir naturel que les corps ont de ſe réunir. Dans le premier inſtant cette force agit ſur eux pour les mettre en mouvement; & lorſque dans le ſecond, elle agit ſur ces corps, qui déjà ſe meuvent, elle augmente leur mouvement & leur vîteſſe, elle produit l'accélération. Mais il crut que les vîteſſes étoient proportionnelles aux eſpaces parcourus dans la chûte. Il ſe trompa, parce qu'il ne fit que raiſonner. Les philoſophes Grecs avoient trop d'influence ſur

(*a*) Ces idées ſe trouvent dans un ouvrage imprimé en 1584. Cet ouvrage eſt très-rare aujourd'hui; on en conſerve un exemplaire dans la bibliotheque de Geneve. Monſieur Senebier, homme éclairé, à qui cette bibliothèque eſt confiée, à bien voulu nous en communiquer quelques paſſages.

Digitized by Google

les eſprits ; on croyoit pouvoir ſe paſſer des faits comme ils s'en étoient paſſés. Le premier moyen du génie eſt l'art des expériences ; c'eſt par elle qu'il amene les objets à ſa portée, pour les pénétrer de ſon regard.

§. II.

GALILÉE, fils de Vincent Galilée, né à Piſe en 1564, étoit le génie qu'attendoit la ſcience du mouvement : il en poſa les fondemens, les premieres vérités ; & ſi Newton eſt le créateur d'une théorie ſublime, nous ne devons pas oublier, en conſidérant ce grand édifice, que la premiere pierre fut placée par Galilée ; Képler & Galilée furent ſes précurſeurs. Si Newton les eût précédés, il auroit été obligé de commencer par ce qu'ils ont fait, & il n'eût pas été juſqu'au terme où nous l'avons vu, puiſque les grandes forces ſont limitées comme les petites.

Deſtructeur des anciennes erreurs, qui fondoient le ſavoir des mécaniciens de ſon tems, deſtiné à ſe faire des ennemis par des vérités, Galilée ſouleva les partiſans d'Ariſtote. Il bannit la diſtinction ridicule des corps peſans & des corps legers ; il fit voir par une expérience faite en grand & en public, que les corps de peſanteur inégale tomboient de la même hauteur, avec la même vîteſſe, & à peu près dans le même tems, abſtraction faite de la réſiſtance de l'air. Il bannit également la diſtinction des mouvemens *naturels* & *violens*, des mouvemens *rectilignes* & *circulaires*. Tout ce que l'obſervation préſente eſt naturel. La nature eſt le ſeul agent de l'Être ſuprême ; elle eſt ſouveraine maîtreſſe & ne ſouffre point de violence : mais elle ſe varie à l'infini ; elle n'eſt la même, & toujours ſimple, que pour qui ſait voir ſes principes à travers ſes produits. Les mouvemens circulaires ſont une nature com-

poſée, les mouvemens en ligne droite ſont une nature plus ſimple. Képler avoit entrevu cette vérité par une métaphyſique profonde ; Galilée la démontra par le principe de la compoſition du mouvement. Un corps pouſſé par deux forces dans deux directions différentes, ſuit une direction intermédiaire : ſi les deux directions ſont les côtés d'un quarré, il parcourt la diagonale. Or une courbe pouvant être conſidérée à la maniere d'Archimede, comme la réunion d'une infinité de petites lignes droites, on voit que chaque pas dans une courbe doit être fait en vertu de deux forces qui ont des directions différentes. Cette vérité de théorie eſt confirmée par l'expérience ; elle conduiſit Galilée aux principes de la balliſtique & de l'artillerie. Une bombe en tombant ne ſuit une courbe que parce qu'elle obéit en même tems à deux forces, l'impulſion de la poudre qui la lance, & ſon poids qui la ſollicite à deſcendre. Les bombes, les fuſées volantes, tous les corps jetés obliquement, nous ont revélé, nous ont mis ſous les yeux la maniere dont la nature opere les mouvemens curvilignes. Les mouvemens circulaires ſont dans la même claſſe, ils naiſſent des mêmes moyens. L'antiquité a donc perdu ſon tems avec la loi primordiale des mouvemens circulaires ; Képler a donc eu raiſon de ne la point admettre. Tout mouvement s'exécute en ligne droite, & une ſuite de petites lignes droites ſucceſſivement inclinées les unes aux autres, nous offre l'apparence d'une coupe réguliere, à nous qui n'avons que les yeux de l'eſprit pour appercevoir les détails des choſes & les pas de la nature.

§. III.

La chûte accélérée des corps étoit un phénomène digne des méditations de Galilée. Ces corps tombent parce qu'ils ſont

ſont peſans ; Galilée conſidéra la peſanteur comme une force attachée au corps, comme une force continuellement agiſſante ; il y trouva la cauſe de l'accélération. Dès que la peſanteur agit dans le premier inſtant de la chûte, il n'y a pas de raiſon pour qu'elle n'agiſſe pas dans le ſecond & dans les différens inſtans ſucceſſifs. La vîteſſe acquiſe & la vîteſſe nouvelle forment une vîteſſe proportionnelle au tems, & le mouvement s'accélere. Galilée s'éclairoit par la réflexion, mais il marchoit l'expérience à la main. La chûte verticale des corps eſt très-rapide & pour donner un peu plus de tems à l'obſervation, il ſe ſervit de plans inclinés ; il y fit rouler des corps, & il montra que quelle que fût l'inclinaiſon, le mouvement s'accéléroit conſtamment, les eſpaces parcourus dans les inſtans ſucceſſifs étoient comme la ſuite des nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, 11, &c., & ces eſpaces, pris du commencement, étoient toujours comme les quarrés des tems écoulés (*a*). Telle eſt la loi de l'accélération. Grande & utile découverte ! C'eſt une lumiere nouvelle jetée ſur l'avenir ; ce travail de Galilée influera ſur tous les travaux futurs. On ne peut entrer dans la théorie des mouvemens accélérés, ſans avoir recours à ce beau théorême, que les eſpaces parcourus ſont comme les quarrés des tems. Ici tombe encore un préjugé ; c'eſt un des débris de l'antiquité, briſés ſous les pas des modernes. Il n'exiſte pas plus de mouvemens uniformes que de mouvemens curvilignes. Képler, en découvrant la vraie forme, la forme elliptique des orbites planétaires, avoit apperçu & conſtaté une inégalité réelle dans le mouvement des aſtres ; Galilée montra & meſura cette

(*a*) Les corps parcourent 15 pieds dans la premiere ſeconde, trois fois 15 ou 45 pieds dans la deuxieme, cinq fois 15 ou 75 dans la troiſieme, &c. en 1″ ils ont donc quinze pieds de chûte, en 2″ ſoixante pieds, en 3″ cent trente-cinq. Ces nombres ſont comme les quarrés 1, 4, 9 des nombres 1, 2 & 3.

même inégalité dans les mouvemens terreſtres, qui ſe paſſent ſous nos yeux, dont nous ſommes plus maîtres, & que nous pouvons varier & faire recommencer à notre gré.

§. IV.

MAIS cette découverte importante n'auroit peut-être pas été faite ſans une autre découverte, qui fut préſentée par le haſard, c'eſt celle de la meſure du tems par le pendule. Dans l'étendue des petits eſpaces que l'homme peut faire parcourir, la chûte des corps ne ſe meſure point par des heures, ni par des minutes. Un corps tombant du ſommet d'une tour, ou roulant ſur des plans inclinés, unis & façonnés exprès, n'emploie que des ſecondes, & en petit nombre. Nous doutons que les horloges les plus parfaites de ce tems puſſent marquer exactement ces petits intervalles de la durée. Il n'étoit pas néceſſaire que ces intervalles fuſſent préciſément d'une ſeconde, il ſuffiſoit qu'ils fuſſent égaux, & que l'on pût obſerver l'inégalité des eſpaces parcourus & correſpondans. C'eſt le haſard ſans doute qui nous préſente ce tableau changeant & infiniment varié des faits & des circonſtances, mais c'eſt le génie qui ſait les voir & les diſtinguer dans la foule. Galilée conſidéroit un jour les oſcillations d'une lampe ſuſpendue à une voûte : ce ſpectacle, ſouvent renouvelé, étoit muet pour le reſte des ſpectateurs; Galilée y trouva un ſujet de méditation. Il s'apperçut que toutes les vibrations s'accompliſſoient dans un tems ſenſiblement égal, quoique leur étendue diminuât continuellement, juſqu'à l'inſtant où le mouvement ceſſe, & où la lampe reſte en repos dans la ligne verticale. Ce phénomène, qu'on nomme l'iſochroniſme des pendules (*a*), lui parut

(*a*) On appelle *pendule*, un corps, ou un poids ſuſpendu à l'extrémité d'un fil, ou d'une verge de métal, qui oſcille autour d'un fixe.

important & utile. Il s'apperçut encore que, toutes choſes égales d'ailleurs, les vibrations étoient d'autant plus lentes que le pendule étoit plus long, que la lampe ſuſpendue étoit plus éloignée du point de ſuſpenſion. Il ſe vit donc en poſſeſſion d'un inſtrument propre à meſurer la durée; inſtrument qui donnoit des intervalles toujours ſenſiblement égaux, & des intervalles qu'on pouvoit augmenter ou diminuer à volonté, en rendant l'inſtrument, ou le pendule, plus long ou plus court. Nous ne doutons point que Galilée n'ait fait uſage du pendule dans ſes belles expériences de la chûte des corps; la durée égale de leurs vibrations lui ſervit de moyen & de degré pour arriver à la connoiſſance des loix de leur accélération.

§. V.

Cette découverte, qui devint depuis ſi utile & ſi féconde entre les mains d'Huygens, ne précéda pas de beaucoup la découverte également importante des téleſcopes. Cette derniere ne pouvoit être imaginée, ni même conçue avant de paroître ſur la terre. Si un ſouverain eût ouvert un concours, en diſant, vous voyez ces aſtres éloignés de pluſieurs millions de lieues, ces aſtres, qui ſont l'ouvrage du créateur, je demande la maniere de les rapprocher de nous, du moins en apparence, & de leur donner plus de grandeur & plus d'éclat, le projet auroit paru ridicule, perſonne ne ſe fût préſenté, & ce ſouverain eût paru inſenſé. Ce n'eſt que le haſard qui peut produire ces inventions ineſpérées; l'Être ſuprême en tient les moyens dans ſa main, & les laiſſe échapper au moment marqué dans l'ordre des choſes. Le dix-ſeptieme ſiecle commençoit, où l'aſtronomie alloit marcher à pas de géant; la nature, qui, à cette époque, devoit faire éclorre une foule de grands hommes, leur

préparoit des moyens & des reſſources ; elle ouvrit le ciel, elle étendit le théâtre de leurs travaux.

On connoiſſoit depuis le treizieme ſiecle la propriété qu'ont les verres convexes & lenticulaires de groſſir les objets. On faiſoit uſage de ces verres pour les vues affoiblies ; on travailloit auſſi des verres concaves pour les vues courtes. Deſcartes rapporte qu'un nommé Jacques Métius de la ville d'Alcmaer en Hollande, homme ſans étude, mais qui s'amuſoit à faire des miroirs & des verres brûlans s'aviſa un jour de regarder à travers deux verres dont l'un étoit convexe & l'autre concave. Ce premier haſard eût été inutile, s'il n'avoit pas été accompagné d'un ſecond encore plus extraordinaire, c'eſt que ces deux verres ſe trouverent placés & dans la diſpoſition, & à la diſtance néceſſaire, mais unique pour groſſir les objets (*a*). Ce phénomène lui dévoilà tout à coup ſon bonheur, & l'avantage de ſa découverte. Le téleſcope inventé fut bientôt conſtruit : il ne s'agit plus que de renfermer les lentilles dans un tuyau pour en fixer la poſition, & pour écarter la lumiere étrangere. On fait même honneur de cette découverte à l'enfance, qui moins guidée par la raiſon, eſt l'agent naturel du haſard. Les enfans d'un lunetier de Middelbourg jouant avec des verres dans la boutique de leur pere, tomberent ſur la combinaiſon qui groſſit les objets ; ce lunetier ſe nommoit Zacharie Jans ; on cite encore Jean Lapprey de la même ville. Ainſi avec Jacques Metius voilà trois prétendans ; mais malgré le témoignage de Deſcartes, M. de Montucla, qui a diſcuté ce fait dans ſon excellente hiſtoire des Mathématiques (*b*), paroît porté à croire que le premier & véritable inventeur eſt

(*a*) Dioptrique, p. 2.
(*b*) Borel, *de vero teleſcopii inventore.* Hiſtoire des Mathématiques, Tome II, p. 167.

Zacharie Jans, lunetier de Middelbourg. Ne nous étonnons plus que les inventions anciennes ſoient enveloppées de tant d'obſcurité, puiſque cette invention récente au tems de Deſcartes, étoit déjà couverte de tant d'incertitude. Les académies offrent à cet égard un avantage; les objets qu'on leur préſente, qui ſont inſcrits dans leurs regiſtres, ont des dates fixes, authentiques, les inventeurs ſont déterminés. Ces dépôts ſacrés ſont les archives de l'eſprit humain.

§. VI.

Les effets merveilleux du nouvel inſtrument frapperent les eſprits; ce prodige excita la curioſité publique, & la renommée en porta la nouvelle à Galilée (*a*). Il fut ſeulement que l'on avoit trouvé une combinaiſon de deux verres, par laquelle les objets paroiſſoient fort aggrandis. Il ne lui en fallut pas davantage; cette étincelle embraſa ſon génie. Il eut bientôt épuiſé les combinaiſons des verres & des diſtances; ſon coup d'eſſai fut une lunette qui donnoit des images trois fois plus grandes que les objets vus à l'œil nu: il parvint bientôt à en compoſer une qui les amplifioit trente-trois fois; & c'eſt à peu près la perfection de cette eſpece de lunette & de cette combinaiſon d'un verre convexe avec un verre concave, combinaiſon bornée par ſa nature (*b*). Si le véritable inventeur eſt celui qui cherche avec connoiſſance de cauſe, & qui de principe en principe parvient au but qu'il s'eſt propoſé, Galilée eſt l'inventeur du téleſcope. Voilà donc Galilée, & par lui l'eſpece humaine, en poſſeſſion de deux nouveaux organes, l'un pour meſurer les petites portions de la durée, les pas égaux du

(*a*) Vers le mois de Mai 1609, *Nuncius ſyder.* p. 6.

(*b*) Hiſtoire de l'Aſtron. mod. *Infrà* §. 12.

tems, l'autre pour étendre l'empire de l'homme, pour rapprocher de lui, & ramener à ſa portée les choſes qui échappent à ſon œil, ou par leur petiteſſe, ou par leur diſtance.

Au reſte, comme le remarque M. l'abbé Friſi (*a*), c'eſt l'uſage du téleſcope qui fait le plus d'honneur à Galilée; cet inſtrument fut d'abord en Hollande, comme l'aimant à la Chine un objet de curioſité. La vue humaine, ainſi étendue, devenoit trop précieuſe pour l'employer aux choſes terreſtres & familieres. Galilée n'eût vu ſur le globe que des domaines occupés, partagés entre les grands & les riches; il tourna ſa lunette vers le ciel, où la philoſophie devoit acquérir des connoiſſances nouvelles, & le génie trouver des domaines, qui n'appartiendroient qu'à lui.

§. VII.

Il conſidéra d'abord la lune; ſa ſurface claire & argentée, ſemée de taches obſcures que le vulgaire prend pour les traits d'un viſage, lui parut ſillonnée de creux & de profondeurs, hériſſée d'aſpérités. En obſervant les variations de la partie éclairée du diſque, depuis le croiſſant juſqu'à la nouvelle lune, il vit que les progrès de l'illumination étoient irréguliers, il vit des traits de lumiere s'élancer du fond obſcur. La lune emploie un demi-mois à s'éclairer toute entiere: il jouit du ſpectacle de voir marcher le jour ſur cette petite planete, comme un être ſuſpendu au haut de l'atmoſphère verroit les rayons de l'aurore ſe porter d'abord ſur le ſommet des monts dorés de leurs couleurs, puis deſcendre dans les plaines pour y porter le jour. Galilée étoit libre des préjugés de l'école; il ne

(*a*) M. l'abbé Friſi, Eſſai ſur la vie & ſur les découvertes de Galilée.

balança point à reconnoître la nature terreſtre dans la lune (*a*). Il jugea que ces traits lumineux ſur le fond obſcur, ces points brillans, qui s'éloignent hors du terme de la lumiere & précedent ſon arrivée, ſont des ſommets de montagnes éclairées avant les plaines. Il jugea que les parties unies, mais lumineuſes, étoient les plaines du ſol, les parties obſcures les plaines des eaux. L'apparence extérieure de la lune eſt donc ſemblable à celle de la terre; Galilée penſa même qu'elle pouvoit avoir une atmoſphère (*b*). Mais il vit de ſes yeux, il put démontrer ce que les anciens avoient ſeulement ſoupçonné, que les aſtres errans de la nuit, les globes lumineux ſont auſſi lourds, auſſi matériels que celui qui nous porte, & qu'ils nous rendent l'office que nous leur rendons (*c*) de nous éclairer pendant l'abſence du ſoleil, qui eſt la ſource commune de la lumiere. Galilée ne ſe borna pas à ces conſidérations philoſophiques; il meſura ou eſtima la diſtance des points lumineux vus ſur la lune au cercle qui termine ſa portion éclairée, & il en tira la méthode de déterminer la hauteur des montagnes lunaires. Selon lui cette hauteur ſurpaſſoit une de nos lieues; d'où il réſulte que la lune a des inégalités plus grandes que notre globe, relativement à ſa petiteſſe (*d*)

§. VIII.

Galilée, en tournant ſon téleſcope vers les étoiles fixes, fut bien étonné de ne pas voir ces aſtres aggrandis comme il avoit vu la lune. Le philoſophe fut trompé; il avoit cru vraiſemblablement y appercevoir des détails qui éclairciroient leur nature; mais il n'y vit rien de plus que des points brillans,

(*a*) Galilée, *Nuncius ſydereus*, p. 7.
(*b*) *Ibid.* p. 12.
(*c*) *Ibid.* p. 15.
(*d*) *Ibid.* p. 15.

tels qu'on les voit à la vue ſimple. Les étoiles grandes & petites préſentoient à-peu-près la même apparence (*a*) ; les plus belles, dépouillées de leurs couronnes, rentroient dans l'égalité. La ſcintillation avoit diſparu, Galilée y trouva la cauſe du phénomène. Ce tremblement de la lumiere augmente conſidérablement les étoiles ; & les lunettes, en faiſant diſparoître cet effet, les diminuent plus que la puiſſance des verres ne les augmente. Mais ce qui l'étonna le plus, c'eſt la multitude des étoiles que le téleſcope fit paroître, &, pour ainſi-dire, créa dans les champs du ciel. On n'avoit connu juſqu'alors que ſix degrés de grandeur parmi les étoiles ; il eſt le premier qui ait parlé du ſeptieme ordre, qu'il appelle *le premier des inviſibles* (*b*). Il voulut les compter, mais effrayé du nombre, il s'arrêta ; le tems lui auroit manqué : il s'eſt borné à parcourir quelques-unes des plus belles conſtellations, pour y obſerver les nouveautés, dévoilées à la curioſité humaine. Orion eſt le plus grand & le plus brillant des aſtériſmes céleſtes ; ſon baudrier & ſon épée, où l'on n'avoit jamais vu que neuf étoiles, en laiſſoient voir plus de quatre-vingt : la conſtellation en contenoit plus de cinq cent nouvelles. Galilée en découvrit trente-ſix dans les Pléïades, qui étoient au nombre de ſix ou ſept pour les anciens.

Le ciel, ainſi étendu, devenoit un nouveau monde : ce ſpectacle étoit, pour un aſtronôme, ce que ſeroit celui de la lumiere & des objets de la nature pour un homme dont l'œil s'ouvriroit tout à coup à la ſenſation de la vue. Appelé à tant de jouiſſances, tourmenté du nombre & de la variété des choſes, toutes auroient ſon hommage, ſeroient touchées de ſes mains, pénétrées de ſon regard ; mais impatient, il voudroit

(*a*) *Nuncius ſydereus*, p. 16. (*b*) *Ibid.* p. 17.

ſe

ſe multiplier pour jouir partout à la fois & dans un ſeul tems. Tel étoit Galilée ; il eût deſiré que ſon téleſcope eût embraſſé le ciel entier. Il étoit naturel que des étoiles il paſsât à cette bande lumineuſe nommée *voie lactée*, à cauſe de ſa blancheur. Nous diſons que les aſtres nous éclairent, que la lumiere eſt lancée de leur ſein vers nous : là nous voyons de la lumiere ſans aſtres ; il n'eſt plus de rayons, ni de centres lumineux ; ce ſont des particules amaſſées, revêtues d'un éclat doux & tranquille, c'eſt, pour ainſi dire, une ſemence impalpable de lumiere que le toucher de l'œil ne peut diſtinguer. Galilée s'aſſura, ou du moins il crut s'aſſurer, à l'aide du téleſcope, que cette lumiere foible & blanche, n'étoit cauſée que par l'amas d'un nombre infini de petites étoiles ſerrées par l'éloignement, trop petites pour être diſtinguées ; leur lumiere preſque éteinte n'a que ce qu'il faut d'intenſité pour être foiblement ſentie. L'union eſt partout le principe de la force & de la puiſſance. C'eſt par cette union que la lumiere de ces étoiles eſt propagée, c'eſt ainſi qu'elle arrive à notre organe ; ſi la nature ne les avoit pas réunies en maſſe dans une zône du ciel, nous ignorerions leur exiſtence. Nous verrons par la ſuite ce qu'on doit penſer de cette opinion ſur la nature de la voie lactée ; elle n'étoit point nouvelle ; c'étoit l'opinion reſſuſcitée de Démocrite & des anciens. Galilée y fut conduit, ou du moins confirmé, par l'inſpection de quelques-uns de ces petits nuages blanchâtres, répandus, iſolés dans les eſpaces du ciel, mais qui, ſemblables en tout à la voie lactée, ſemblent ſortis de ſon cercle & échappés de ſon ſein. Ces petits nuages portent le nom *d'étoiles nébuleuſes* ; étoiles, en ce qu'ils ont de la lumiere & de l'éclat, nébuleuſes, en ce que cet éclat eſt foible, terne & fondu également dans un petit eſpace, comme celui des nuages blanchis par la lumiere du jour. Ptolémée

avoit marqué dans ſon catalogue deux de ces étoiles nébuleuſes, l'une à la tête d'Orion, l'autre au cœur de l'écreviſſe. Galilée y tourna ſon téleſcope, il vit avec joie ſans doute que cette apparence de nuage, qui s'offroit à la vue ſimple, avoit diſparu dans l'inſtrument, & n'offroit plus qu'un amas de petites étoiles; il en compta vingt-une dans la premiere, & quarante dans la ſeconde (*a*). Nous devons avouer que la confirmation dut lui paroître pleine & entiere; car s'il obſerva d'autres nébuleuſes, ſans y diſtinguer des étoiles, il put croire que ſon téleſcope n'avoit pas la force de les ſéparer, & qu'il avoit atteint le terme de ſa puiſſance.

§. IX.

Galilée, toujours avide de parcourir le vaſte champ qui s'étoit ouvert devant lui, porta ſa vue ſur les petites planetes. Le ſoleil & la lune avoient encore joui ſeuls du privilége de paroître à nos yeux, tous deux ſous la forme d'un globe lumineux, d'un diſque terminé; mais l'un s'annonçant par une lumiere rouge & brûlante qui fait baiſſer les regards, l'autre par une lumiere argentée, qui les appelle vers le ciel. Galilée, le 7 Janvier 1710, vit Jupiter, éclairé d'une lumiere ſemblable, enfermé dans un cercle, & comme une petite lune dans ſon plein. Les planetes qui juſqu'alors n'avoient été diſtinguées des étoiles que par leur mouvement propre, peuvent donc l'être par ce nouveau caractere, au premier coup d'œil aidé du téleſcope. Les étoiles ont une lumiere flamboyante; le nouvel inſtrument les en dépouille, & ne leur laiſſe que l'apparence d'un point brillant plus ou moins ſenſible. L'obſervateur apperçut trois de ces points lumineux à côté de la

(*a*) *Nuncius ſydereus.*

planete : il ne s'en étonna pas, c'étoient des étoiles qu'elle avoit rencontrées dans ſon chemin. Deux paroiſſoient à l'orient, une à l'occident. Le lendemain elles étoient toutes trois à l'occident ; le fait étoit ſimple à expliquer, l'aſtre les avoit dépaſſées : le lendemain il n'en vit plus que deux, & elles étoient à l'orient ; la troiſieme pouvoit être cachée ſous le diſque, éclipſée par Jupiter, mais comment les deux autres avoient-elles changé de côté ? Jupiter étoit-il revenu ſur ſes pas ? Cela ne pouvoit pas ſe ſuppoſer. Il conclut que ces étoiles avoient un mouvement : de là il s'impoſa la loi de les obſerver avec grand ſoin. Le 11 Janvier lui offrit la même apparence, le 12 il vit trois étoiles, le 13 il en vit quatre ; enfin par des obſervations long-tems continuées, en ſuivant Jupiter pendant deux mois & dans différens lieux du zodiaque, il ſe demontra qu'il exiſtoit dans notre ſyſtême quatre petits aſtres ſemblables en apparence aux plus petites étoiles, mais qui étoient forcés d'accompagner Jupiter comme ſes gardes, & qui paſſant tantôt de ſa droite à ſa gauche, ſe montrant à des diſtances différentes de ſon diſque, ſe cachant quelquefois derriere ce diſque même, l'enveloppoient néceſſairement par un mouvement circulaire, & pareil à celui des autres planetes. La comparaiſon de ces aſtres à la Lune étoit naturelle, l'analogie étoit frappante. Jupiter ſe tranſporte avec ſes quatre ſatellites, comme la Terre marche avec la Lune ſolitaire, qui eſt ſon unique ſatellite. Voilà donc quatre aſtres créés dans le commencement des choſes, & que nous n'avons connus qu'après des ſiecles. Habitans du même monde, ſans l'induſtrie de l'homme, l'homme & ces aſtres n'auroient eu aucune relation. Que de choſes exiſtent dans cet univers immenſe, & n'exiſteront jamais pour nous ! Galilée ſe félicita de cette conquête ; elle eſt auſſi pure qu'elle eſt utile. Ce monde,

ajouté au nôtre, ne coûte ni trajet de mer orageuſe, ni perte d'hommes. On n'y trouve point d'or, mais les ſciences y ont gagné des vérités, la perfection de la géographie & de la navigation : le commerce appuyé ſur elles s'eſt étendu ; la vie des hommes a été plus aſſurée. Il n'eſt point de conquêtes de Prince qui aient ſi peu coûté à l'humanité, & qui lui aient valu tant d'avantages ! Képler avoit donc bien deviné que la Lune pouvoit ſuivre la Terre ; l'exemple n'étoit plus unique. Les ſatellites de Jupiter détruiſent une objection élevée contre Copernic (*a*) ; ils font découvrir un nouvel ordre de planetes ſecondaires & ſubordonnées ; de planetes qui reçoivent la loi, qui obéiſſent à une autre planete, comme elle-même obéit au Soleil. Galilée tenta de nommer ces planetes *aſtres de Médicis*. Cette apothéoſe n'étoit point une flatterie, ce n'étoit que l'expreſſion de la reconnoiſſance d'une grande ville, long-tems gouvernée par une famille bienfaiſante. Le nom de Médicis étoit déjà cher aux arts ; mais les honneurs les mieux mérités ne ſont pas les plus durables. Au ſortir des mains de Galilée, la théorie de ces aſtres fut cultivée en France & en Angleterre, où ce nom n'avoit pas les mêmes titres. Ces planetes appartiennent plus à Jupiter qu'aux princes de la terre, elles garderent le nom de ſes ſatellites.

§. X.

Galilée paſſoit de ſurpriſe en ſurpriſe ; il conſidéra Saturne, & il dût être bien étonné de le voir ſous la forme d'un triple corps. Deux moindres diſques paroiſſoient attachés au plus grand, rangés à ſes côtés, & lui formant comme des bras. Ce n'eſt pas encore le moment de dire la raiſon de ces apparences :

(*a*) *Nuncius ſydereus*, pag. 17 & ſuiv.

il ne faut pas aller plus vîte que le tems, qui laiſſe agiter les difficultés, & qui amene enfin les éclairciſſemens. L'imagination travaille avant de produire; on ſe repréſenta le vieux Saturne, le plus ancien des Dieux, l'emblême du tems, marchant lentement, chargé du poids des ſiecle, à l'aide de deux écuyers qui ſoutenoient ſa décrépitude (*a*). Mais lorſque Galilée eut occaſion de revoir Saturne après un intervalle (*b*), il le trouva parfaitement rond, il n'y avoit plus qu'un diſque, les deux écuyers avoient diſparu; il devenoit l'image de la vieilleſſe abandonnée, mais on ſe rappela ſon hiſtoire, & on dit qu'il avoit dévoré ſes enfans.

Une autre découverte non moins ſinguliere fut celle des taches du ſoleil. Galilée avoit la vue d'une aigle, il oſa fixer cet aſtre, & il vit ce que l'antiquité n'auroit jamais imaginé, & ce qu'elle n'auroit vu qu'avec douleur. Il y découvrit des taches d'autant plus noires qu'elles contraſtoient avec l'éclat du ſoleil: inégalement ſemées ſur ſon diſque, elles étoient tantôt grandes, tantôt petites, & en plus ou moins grand nombre; quelquefois auſſi l'abſence de ces taches honteuſes laiſſoit à l'aſtre toute ſa gloire. La ſource de la lumiere n'eſt donc pas pure! Ce n'étoit pas aſſez d'avoir ôté aux planetes leur intelligence & leur ame, de les avoir montrées ſous la forme de corps lourds & matériels, ſillonnés, hériſſés d'aſpérités, maîtriſés par des loix inconnues, mais mécaniques; il falloit forcer l'antiquité dans ſon ſanctuaire, en montrant que le feu, *cette plus digne ſubſtance*, qui avoit mérité l'hommage des philoſophes & les adorations des hommes, étoit ſouillé de taches & d'impuretés. Tout eſt mélange dans la nature; les contraires unis ſont les élémens de tout ce qui eſt phyſique & matériel:

(*a*) *Voyez* la figure 6.

(*b*) En 1611.

le monde n'a de pur que la vérité dans le ciel, & la vertu ſur la terre.

§. XI.

Un des plus grands ſervices que Galilée ait rendu à l'aſtronomie, c'eſt de lui avoir fourni une nouvelle preuve & une démonſtration du ſyſtême de Copernic. Parmi les planetes les plus éloignées, Saturne, Jupiter & Mars, dans les deux ſyſtêmes, offriroient à peu près les mêmes apparences; elles ſeroient toujours preſque également éclairées à cauſe de leur diſtance, ſoit qu'elles tournaſſent autour du Soleil, ſoit qu'elles euſſent la Terre pour centre de leur mouvement. Mais les deux plus petites, Vénus & Mercure, ſi elles tournent autour de la Terre, en ſuivant pas à pas le Soleil, ne peuvent jamais paroître que pleines, ſi elles ſont au-delà; preſque toujours noires & obſcures, ſi elles ſont en-deçà, & à peine avec un croiſſant très-délié de lumiere, lorſqu'elles s'éloignent vers la droite ou la gauche du Soleil. Dans le ſyſtême de Copernic au contraire, où elles tournent autour de cet aſtre, elles doivent montrer tantôt un diſque plein, tantôt un diſque obſcur, & toutes les phaſes intermédiaires que l'on obſerve dans les changemens de la Lune depuis ſon foible croiſſant juſqu'à ſa lumiere pleine & entiere. Copernic avoit oſé annoncer que ſi notre organe avoit la faculté de voir ces deux petites planetes comme nous voyons notre ſatellite, on verroit qu'elles ſubiſſent les mêmes variations. L'organe reçut cette faculté des mains du haſard, & Galilée vit ces phaſes; il les obſerva diſtinctement ſe ſuccéder les unes aux autres. Les anciens Egyptiens avoient bien connu ce mouvement de Vénus & de Mercure autour du Soleil; mais chez eux ce n'étoit qu'un ſyſtême vraiſemblable, une combinaiſon établie ſur certaines apparences & ſur la

difficulté des explications. Ici c'étoit un phénomène apperçu des yeux du corps, on ne pouvoit pas s'y refuſer, le doute n'étoit plus permis. On voyoit Vénus entierement éclairée, puis à moitié, puis en croiſſant; elle ceſſoit de paroître, paroiſſoit de l'autre côté du Soleil. Le croiſſant, le demi-diſque, le diſque entier ſe remontroient. Il eſt clair que dans l'intervalle elle avoit paſſé devant le Soleil, & qu'en achevant cette révolution, elle paſſoit derriere lui. Ce mouvement évidemment démontré conduiſoit au mouvement des autres planetes & de la terre elle-même autour du même centre. Tycho ſeul auroit pu expliquer tout dans ſon ſyſtême bizarre; mais ce ſyſtême détruiſoit l'uniformité de deſſein & de vues dans le plan général de l'Univers: il étoit auſſi contraire à la raiſon qu'à la nature; car la raiſon nous apprend que la ſimplicité des principes eſt la perfection de ce grand ouvrage, & la nature ne nous montre de variété que dans les détails & dans les formes. Tycho à peine mort, le ſyſtême étoit déjà abandonné, il n'avoit plus de partiſans. On peut réſiſter à la vérité nouvelle, mais la vérité bien connue eſt un torrent qui entraîne tout.

§. XII.

Voila ce que l'aſtronomie dût à l'invention du téleſcope: l'inſtrument inventé en Hollande, connu & fabriqué en Italie par Galilée, trois ou quatre grandes découvertes, tout cela fût l'affaire de quelques mois. Ce court intervalle nous révela plus de vérités de la phyſique céleſte que trente ſiecles ne nous en avoient appris. Képler cependant reſta tranquille en Allemagne: on s'étonnera ſans doute qu'il ne ſoit point entré dans une carriere ouverte à tant de gloire; mais Képler compoſoit alors les Tables rudolphines, fondées ſur les obſervations de Tycho.

Google

Fidelle à ſes engagemens, il s'étoit impoſé le devoir de publier le fruit des longs travaux de ce grand obſervateur; il ſentoit encore l'obligation d'en faire jouir le public : & diſons tout, un intérêt perſonnel l'attachoit à ce travail. La découverte des loix des mouvemens céleſtes étoit un bonheur dont il concevoit toute l'importance; ces loix ne pouvoient être juſtifiées, irrévocablement établies que par leur accord avec les obſervations. Des Tables dreſſées ſur les obſervations de Tycho, & fondées ſur ces loix, étoient un monument qu'il élevoit à la gloire de Tycho & à la ſienne; d'ailleurs il avoit plus le génie de la recherche des cauſes que le goût de l'obſervation. L'homme ne ſuffit pas à tout; concentré dans lui-même, ſeul avec ſes grandes idées, il livra le monde à la curioſité de Galilée. Quand on écrit pour le tems, on grave ſur le bronze; Képler écrivit pour la durée des ſciences & de l'eſprit humain, en enchaînant ſes loix aux mouvemens des aſtres, & dans le ciel, où elles ſont tous les jours manifeſtées.

Il étoit cependant fait pour être frappé de l'idée du téleſcope; il y appliqua même ſon génie. Nous lui devons la meilleure conſtruction des téleſcopes, celle qui nous a rendu le plus de ſervices, & la ſeule dont aujourd'hui nous faiſions uſage. La premiere diſpoſition de cet inſtrument étoit un verre concave, combiné avec un verre convexe; mais elle eſt très-bornée dans ſes effets. On ne peut faire groſſir beaucoup ſans reſſerrer beaucoup la petite partie du ciel, expoſée à la vue, qu'on appelle le champ de la lunette. Képler apperçut qu'on pouvoit combiner enſemble deux verres convexes (*a*). Cette nouvelle diſpoſition a ſeulement l'inconvénient de renverſer les objets. Il paroît cependant que ne s'étant pas arrêté ſur

(*a*) Dioptrique, Képler, prop. 86.

cette

cette idée, il n'en a point connu tous les avantages ; peut-être, comme l'a ſoupçonné M. de Montucla(*a*), eſt-ce parce qu'il jugea aſſez inutile d'eſſayer une combinaiſon, qui ne devoit différer de la premiere qu'en ce qu'elle renverſeroit les objets. Il n'en faut pas davantage pour arrêter l'eſprit humain dans ſa marche.

§. XIII.

Nous allons expliquer les principes & l'uſage de l'inſtrument auquel nous avons tant d'obligations.

Nous avons dit que la lumiere, en paſſant d'un milieu dans un autre, par exemple, de l'air dans le verre, ſe réfracte, change ſa route, excepté dans le cas unique où elle ſe préſente perpendiculairement à la ſurface du milieu (*b*). Quand on oppoſe à la lumiere une lentille convexe de verre, le rayon qui l'enfile par ſon milieu, paſſe droit ſans ſe détourner, on l'appelle *l'axe du verre*, les autres éprouvent en entrant & en ſortant deux réfractions qui tendent également à les rapprocher de cet axe (*c*). Tous les rayons s'y réuniſſent dans un petit eſpace nommé *le foyer*, & y forment une image ; quand la lentille a une ou deux ſurfaces concaves, la lumiere au contraire s'écarte de cet axe (*d*). Cela poſé, les objets éloignés ceſſent d'être vus par deux cauſes, parce que leur lumiere s'affoiblit, & parce que leur grandeur diminue. La viſion diſtincte exige qu'il ſe réuniſſe un certain nombre de rayons dans un ſeul point de notre œil, ſur *la rétine*, afin que le nerf optique ſoit plus fortement ébranlé. Un corps lumineux peut être conſidéré comme l'aſſemblage d'une multitude de points lumineux.

(*a*) Hiſt. des Math. Tome II, p. 170.
(*b*) *Suprà*, Tome I, p. 200.
(*c*) *Voy.* la fig. 7, le rayon A F paſſe droit, le rayon R M ſe réfracte en M & en N, & les deux réfractions le rapprochent de l'axe A F.
(*d*) *Voy.* la fig. 8, le rayon A F, ne ſe réfracte point, le rayon R M ſe plie en M & en N, & s'écarte de l'axe en ſortant, de maniere qu'il converge, vers un point F qui eſt de l'autre côté du verre.

Chacun de ces points eſt le centre d'une infinité de rayons, qui ſe propagent tous en ligne droite, mais en s'écartant les uns des autres, & cet écartement mutuel s'appelle leur divergence. La lumiere divergente, en s'éloignant du centre, eſt toujours de moins en moins ſerrée, il y en a moins dans un eſpace égal, & c'eſt ainſi qu'elle s'affoiblit. Lorſqu'un œil ſe préſente dans la ſphere de ces rayons, on conçoit qu'il en tombe une certaine quantité ſur l'ouverture de la prunelle; à meſure que l'objet s'éloigne de l'œil, la prunelle en reçoit moins, & en même tems la divergence des rayons, qui y ſont reçus, diminue (*a*): or l'œil eſt conformé pour bien voir, de maniere que les rayons, qui arrivent avec une certaine divergence, réfractés dans le criſtallin & dans les humeurs de l'œil, deviennent convergens, pour ſe réunir & ſe peindre dans un ſeul point de la rétine. Mais on ſent que ces humeurs doivent avoir une réfringence déterminée: lorſque l'objet s'éloigne, lorſque la divergence diminue avec excès, la réfraction dans l'œil les rend trop convergens; ils s'uniſſent avant d'arriver à la rétine, & l'on voit confuſément, ou l'on ne voit point du tout: lorſque l'objet eſt trop proche, la divergence eſt trop grande, la réfraction ne peut rendre les rayons aſſez convergens, ils vont ſe réunir au-delà de la rétine; & l'on voit mal par une raiſon contraire. Si la forme de l'œil étoit invariable, on ne verroit un objet que d'une diſtance déterminée & unique. Mais la nature, qui a particuliérement travaillé pour l'homme, la nature qui lui étale tant de merveilles, a voulu qu'il vécût avec tous les êtres, du moins dans une certaine ſphere dont il eſt le centre, & elle lui a donné le pouvoir de varier la forme de ſon œil. La prunelle

(*a*) *Voyez* la figure 3.

s'ouvre pour recevoir plus de rayons, lorſque la lumiere eſt foible ; elle ſe rétrécit pour tempérer l'éclat d'un jour trop vif : en même tems elle s'applatit, le fond s'approche pour atteindre le point de réunion des rayons trop convergens, partis d'objets éloignés ; l'œil s'allonge, le fond s'éloigne pour ſuivre les rayons moins convergens qui vont ſe réunir au-delà de la rétine. Les presbites, dont l'œil eſt conformé pour voir de loin, voyent mal, par trop de divergence, les objets proches ; alors ils uſent de verres convexes, ou d'une loupe qui diminue cette divergence. Les miopes au contraire, ou les vues courtes, voyent mal les objets un peu diſtans, parce qu'il n'y a pas aſſez de divergence ; c'eſt pourquoi ils ſe ſervent d'un verre concave qui diſperſe les rayons, & leur donne le degré de divergence néceſſaire pour la viſion diſtincte. Le verre objectif (*a*) d'un téleſcope eſt une loupe tournée vers les objets céleſtes ou vers les objets terreſtres éloignés. La plupart de ces objets ſont aſſez loin pour que les rayons n'ayent preſque plus de divergence, & puiſſent être regardés comme parallèles : alors le verre, la loupe les rend ſi convergens, que l'objet ne peut être vu diſtinctement par un œil placé au foyer ; mais ſi l'œil ſe place avant le foyer, où réſide cet excès de convergence, s'il ſe ſert comme les miopes, d'un verre concave, qui diſperſe les rayons, il donne à ces rayons la diſpoſition néceſſaire pour opérer la viſion diſtincte ; c'eſt ce qui arrive dans le téleſcope de Hollande ou de Galilée.

§. XIV.

Telle étoit la conſtruction fournie par le haſard, & devinée

(*a*) Dans une lunette compoſée ordinairement de deux verres, celui qui eſt tourné vers l'objet ſe nomme l'objectif, celui près duquel on applique l'œil ſe nomme l'oculaire.

par Galilée : Képler alla plus loin ; il vit que cette conſtruction n'étoit pas unique ; il vit qu'il n'étoit pas néceſſaire d'aller prendre les rayons avant le foyer, & qu'on pouvoit très-bien les ſaiſir après leur paſſage & leur réunion dans ce point. La convergence n'eſt que la tendance de deux ou de pluſieurs lignes vers un point ; les rayons s'y croiſent, paſſent ſans s'y arrêter, ſe ſéparent en ſuivant chacun leur ligne droite, & la convergence devient divergence. C'eſt cette remarque qui doit avoir fondé la théorie du nouveau téleſcope de Képler. Il ſentit que les rayons qui ſe réuniſſent au foyer, y portent, y peignent une image de l'objet : cette image ; c'eſt comme l'objet même ; c'eſt comme ſi malgré la diſtance, par une puiſſance magique, on avoit amené dans l'intérieur de la lunette & au foyer de l'objectif l'aſtre que l'on obſerve. Qu'arriveroit-il alors? Ce qui arrive aux objets que l'on voit de trop près. Les rayons toujours d'autant plus divergens qu'ils ſont plus près de leur départ, les rayons partis de cette image, comme d'un nouvel objet, ont trop de divergence; cette divergence a beſoin d'être corrigée par un ſecond verre convexe ; il faut donc employer la loupe pour rendre l'objet diſtinct.

Tel eſt l'avantage du téleſcope pour remédier à l'affoibliſſement de la lumiere ; mais il n'eût jamais rendu de grands ſervices à l'homme, ſi le moyen de diſpoſer la lumiere pour la viſion n'étoit pas attachée par la nature des choſes à la puiſſance d'aggrandir les objets. Tout ce que nous avons dit de la convergence & de la divergence des rayons lancés d'un ſeul point du corps lumineux, peut ſe dire également des rayons envoyés des deux points oppoſés, qui embraſſent la grandeur ou l'étendue d'un objet. Deux rayons partent des deux extrémités du diametre de la lune, ils s'inclinent, ils convergent l'un vers l'autre pour aboutir dans un point de mon

œil ; c'eſt avec ces deux rayons que je ſaiſis l'objet, & c'eſt par leur écartement que j'eſtime la grandeur. Le verre convexe qui augmente la convergence, doit donc néceſſairement aggrandir l'objet. L'image formée au foyer de l'objectif eſt déjà plus grande que celle qui eût été formée dans l'œil nu. Mais ce n'eſt pas tout ; Képler, en appliquant ſur cette image un nouveau verre convexe, nous a rendus les maîtres d'augmenter preſque à volonté cette convergence, & de groſſir conſidérablement les objets. Le téleſcope doit donc être conſidéré comme un véritable microſcope. Le premier verre, l'objectif, vous ſoumet une image de l'objet éloigné, & vous y portez la loupe, qui a le pouvoir de l'amplifier ; vous conſidérez donc Jupiter, qui eſt à cent cinquante millions de lieues de vous, qui eſt mille fois plus gros que notre terre, de la même maniere que vous obſervez le ciron, qui échappe à la vue par ſa petiteſſe, comme le vaſte globe par ſa diſtance. L'homme les ſoumet également à ſon pouvoir, ils ſont tous deux vus au microſcope : s'il oſa ſe faire le centre des choſes, la nature le juſtifie ; elle l'a placé comme un milieu entre la petiteſſe & la grandeur, elle le ſuſpend entre deux infinis dont il eſt enveloppé.

§. XV.

Képler, en inventant cette conſtruction, ne l'exécuta pas, & n'en fit point uſage. Les hommes, toujours indolens pour les découvertes d'autrui, toujours pareſſeux pour employer ce qu'ils n'ont point inventé, ont été long-tems ſans s'en ſervir ; cette invention eſt reſtée enfouie pendant trente ans dans l'optique de Képler, il a fallu qu'elle fût renouvelée par le P. de Rheita ; c'eſt lui qui en a fait jouir le monde ſavant, & l'idée de Képler étoit ſi inconnue, que le P. de

Rheita en a eu long-tems tout l'honneur; c'eſt même avec une ſorte de juſtice, puiſqu'il en a mieux connu les avantages que Képler, occupé & diſtrait par d'autres méditations. Afin de ne pas revenir ſur ce ſujet, puiſque nous avons vanté la puiſſance du téleſcope, nous devons dire les limites que la nature y a miſes. Dieu ne nous permet que des moyens bornés comme nous; il nous laiſſe acquérir des organes pour nous avancer dans l'univers, mais non pas pour atteindre les termes de la nature, dont il s'eſt réſervé la connoiſſance entiere. L'image formée au foyer de l'objectif, l'image que nous conſidérons avec la loupe eſt éclairée des rayons, qui ont paſſé à travers l'ouverture de cet objectif. Lorſque nous voulons groſſir cette image, nous ne pouvons y parvenir, nous l'avons dit, qu'en augmentant la convergence des rayons : en diminuant la longueur du faiſceau des rayons réfractés dans cette loupe, nous rendons le faiſceau plus large; un eſpace égal contient moins de lumiere que dans un faiſceau plus allongé; c'eſt, à la lettre, une pointe que nous émouſſons : l'impreſſion ſe partage ſur plus de points de la rétine, la lumiere s'affoiblit, & les objets deviennent ſombres, à proportion de ce qu'on les groſſit. Il eſt donc un terme où l'obſcurité arrête nos efforts, & où l'on ceſſe de voir diſtinctement, lorſqu'on a trop augmenté la grandeur des objets aux dépens de leur clarté. Telle eſt la condition humaine, que nous n'inventons pas un moyen ſans rencontrer un obſtacle, & que chaque reſſource eſt liée néceſſairement à l'inconvénient qui la limite.

§. XVI.

Galilée eut des rivaux qui n'étoient pas de ſon ordre, & des prétendans à ſes découvertes, qui n'ont fait aucun tort à ſa gloire. Simon Marius, aſtronôme de l'Electeur de Brande-

bourg, prétendit avoir découvert les ſatellites de Jupiter au mois de Novembre 1609; il prend à témoin de la vérité du fait M. Fuchs à Bimbach, conſeiller intime de l'Electeur, mais il ne mit au jour l'ouvrage où il publia cette découverte qu'en 1614, quatre ans après Galilé. Il faut publier promptement ce qu'on ſait, ce qu'on a vu de nouveau dans les ſciences, les tardifs ſont toujours malheureux. Il ſeroit injuſte de prononcer ſur la prétention de Simon Marius, mais il ne peut l'emporter contre un grand homme qui avoit parlé avant lui: ſon idée la plus ſinguliere fut d'avoir voulu donner aux ſatellites les noms des maîtreſſes de Jupiter, Io, Europe, Caliſto, auxquelles il joignit Ganimede (*a*). Ce n'étoient plus des gardes, c'étoit le ſerrail du maître des Dieux. Mais ce qui lui fait réellement tort, c'eſt qu'il ſe preſſa trop de déterminer les mouvemens de ces aſtres; il accompagna ſon annonce d'une très-mauvaiſe théorie. Galilée, peut-être un peu fâché de le rencontrer dans ſon chemin, alla même juſqu'à croire qu'il ne les avoit jamais vus. Dominique Caſſini lui eſt plus favorable; il ne doute point que Simon Marius n'ait vu les ſatellites de Jupiter, mais il penſe ſur ſa théorie comme Galilée. On peut dire encore que deux prétentions ſe nuiſent; il avoit également vu les taches du ſoleil. Quand on a vu tant de choſes, il eſt fâcheux de ſe laiſſer prévenir, & de ne le dire qu'après les autres. Une découverte qui lui appartient réellement eſt celle de la Nébuleuſe dans la ceinture d'Andromede; Nébuleuſe différente de celles qui étoient connues. Celles-ci ont une lumiere pâle, terne, mais partout égale; la Nébuleuſe d'Andromede eſt un point blanc d'où ſortent pluſieurs traits d'une lumiere de la même nature, mais diſtinguée en rayons. Cette lumiere

(*a*) Weidler, p. 432.

a donc un degré de plus pour s'approcher de l'éclat des étoiles; elle eſt une ſorte de nuance entre la lumiere mate & égale des Nébuleuſes ordinaires, & la lumiere rayonnante des fixes.

§. XVII.

GALILÉE trouva des concurrens plus redoutables pour la découverte des taches du ſoleil. Celui qui paroît les avoir vues le premier, du moins ſi l'on conſulte les titres publics, c'eſt Jean Fabricius, qui les vit à Vittemberg, & qui fit imprimer le détail de ſes obſervations au mois de Juin 1611. Le ſecond concurrent fut le P. Scheiner, Jéſuite, qui les apperçut, dit-il, dès le mois d'Avril ou de Mai de la même année; il les fit voir à ceux qui aſſiſtoient à ſes obſervations. On prétend qu'ayant fait part de ſa découverte au provincial de ſon ordre, zélé péripatéticien, celui-ci refuſa d'y croire. » J'ai lu, lui » dit-il, pluſieurs fois mon Ariſtote tout entier, & je puis » vous aſſurer que je n'y ai rien trouvé de ſemblable; allez, » mon fils, ajouta-t-il, tranquilliſez-vous & ſoyez certain » que ce ſont des défauts de vos verres ou de vos yeux que » vous prenez pour des taches dans le ſoleil (*a*) ». C'eſt en croyant que tout étoit renfermé dans la philoſophie greque, en ne cherchant point de nouveaux faits, en n'examinant pas les anciennes concluſions; c'eſt en ſe repoſant ainſi, que l'eſprit humain a été ſi long-tems ſans mouvement & ſans progrès. Le ſavant Jéſuite ne fut point arrêté par ce jugement; il ſe convainquit que les taches n'étoient point dans ſes yeux, parce qu'elles étoient différentes, différemment placées un jour que l'autre, parce qu'elles étoient les mêmes pour différens yeux. Elles n'étoient point dans le verre, parce que faiſant tourner

(*a*) Hiſtoire des Mathématiques, Tom. II, p. 227.

en

en tond, les taches auroient ſuivi ce mouvement du verre, ſi elles avoient été adhérentes ; mais elles reſtoient immobiles comme l'aſtre. Ces apparences ne ſont point non plus dans l'air interpoſé entre le ſoleil & nous ; elles ſe levent & ſe couchent avec lui. Cette conſtance à s'accompagner ſeroit bien extraordinaire, ſi les taches & l'aſtre ne ſe tenoient pas ; elles ſont vues à travers les nuages legers de l'atmoſphere, elles ne ſont pas plus de parallaxe que le ſoleil, elles ſont donc auſſi éloignées que lui (*a*). Le Provincial inflexible ne voulut point que le P. Scheiner publiât ſes idées & ſes découvertes ſous ſon nom ; il lui permit ſeulement de les expoſer dans trois lettres adreſſées à ſon ami Velſer, en ſe cachant ſous le nom d'Apelles *poſt tabulam.* Elles ont été imprimées en Janvier 1612.

§. XVIII.

Le P. Scheiner alla plus loin ; il reconnut que ces taches avoient un mouvement propre, très-ſenſible, ſur le diſque du ſoleil (*b*). Il les vit diminuer de grandeur en approchant de ſes bords, puis diſparoître au bout d'environ treize à quatorze jours de trajet, & ſe remontrer au bord oppoſé, après avoir achevé leur tour. Il en conclut que ces taches enveloppoient le Soleil de leur mouvement ; mais il oublia, ou il ne connut point la conjecture ingénieuſe de Képler ſur la rotation du Soleil (*c*) : il crut que ces taches ne tenoient à cet aſtre que comme Jupiter tient à ſes ſatellites ; il en fit de petites planetes qui tournoient autour du Soleil. Quelques-unes de ces taches lui avoient paru aſſez rondes pour autoriſer ce ſoupçon. Si elles nous paroiſſent plus grandes au centre du diſque, c'eſt, ſelon lui, qu'elles

(*a*) *Epiſtola ad M. Velſerum*, 12 Nov. 1611.
(*b*) *Ibid.*
(*c*) *Suprà*, p. 60.

nous préſentent alors toute leur partie obſcure ; en approchant des bords, en s'éloignant du centre du ſoleil, cette partie commence à s'éclairer ; ce qui eſt illuminé ſe confond dans l'éclat du ſoleil, leur partie obſcure eſt échancrée, & c'eſt ainſi qu'elles diminuent de grandeur (*a*).

Velſer ayant fait part de ces lettres à Galilée, celui-ci répondit que ce phénomène n'étoit pas nouveau pour lui ; il avoit vu les taches dix-huit mois auparavant (*b*). Il fut d'accord avec le P. Scheiner, que ces apparences n'étoient ni dans l'œil, ni dans le verre, ni dans l'air, & qu'elles ſe mouvoient avec le ſoleil. Mais il le combattit ſur l'idée ridicule d'en faire des planetes ; elles ſont d'une figure irréguliere, leur forme varie, le mouvement eſt le même pour toutes, il faudroit qu'on les vît reparoître conſtamment, ce qui n'arrive pas. Il en eſt qui naiſſent au milieu du ſoleil, ſans qu'une inſpection attentive les y ait vu entrer ; d'autres diſparoiſſent avant d'avoir approché les bords de cet aſtre, & atteint le terme de leur mouvement viſible (*c*). C'eſt ce qui décida Galilée à regarder ces taches comme produites de la ſubſtance du ſoleil, & adhérentes à ſa ſurface. C'eſt parce qu'elles tiennent à cette ſurface, qu'elles nous paroiſſent plus grandes dans le milieu du diſque, dans la partie qui eſt le plus directement expoſée à nos yeux. Vers les bords, dont la rondeur fait fuir les parties, & ne nous les laiſſe voir qu'inclinées, les taches qui y ſont attachées diminuent de grandeur apparente comme ces parties. Cette explication appartient à Galilée, on ne peut la lui diſputer. Mais on a tort de n'en faire honneur qu'à lui. Lorſqu'un homme de génie s'eſt élevé, s'eſt fait connoître, il enchaîne l'attention de tous

(*a*) *Epiſtola ad M. Velſ.*, 26 Decemb. 1611.

(*b*) Galilée *in macul. ſol. Epiſt. ad M. Velſ.*

(*c*) *Ibid.* 25 Jul. 1612.

les eſprits ; on épie ſes regards, on recueille ſes paroles : ceux qui ſont aſſis plus bas ne ſont pas entendus. Tout ce qui eſt abandonné au jugement des hommes eſt donc ſujet à l'injuſtice ; & dans la république des lettres comme dans les autres états, les rangs font tout, & les droits des grands engloutiſſent tous les autres ! Jean Fabricius avoit dit les mêmes choſes que Galilée, & avant lui ; il avoit reconnu que les taches étoient dans le ſoleil même, que ſa rondeur étoit la cauſe de leur diminution vers les bords ; il avoit même rappelé la conjecture ingénieuſe de Képler ſur la rotation de cet aſtre. On voit qu'il incline à aſſigner cette cauſe, non encore ſuffiſamment établie, au mouvement des taches (*a*). Nous lui rendons ici la juſtice qui lui eſt due : c'eſt après l'enthouſiaſme ceſſé, après les honneurs décernés au génie vivant, que l'hiſtoire impartiale prononce ; elle diſtribue avec équité les places grandes & petites, & à chacun ſuivant ſa meſure. Ce Jean Fabricius étoit fils de David Fabricius, qui avoit découvert en 1596 l'étoile changeante de la Baleine (*b*) ; étoile nouvelle, plus ſinguliere que les autres du même genre, étoile qui nous préſentera des phénomènes étonnans, mais que nous ne devons pas annoncer avant le tems. David Fabricius fit des obſervations ; il eſt encore remarquable pour une explication de la route elliptique que Képler avoit aſſignée aux planetes, il faiſoit voir que cette courbe, ſelon lui apparente, naiſſoit de la compoſition de pluſieurs cercles (*c*). Son fils avoit meilleure vue, étoit plus philoſophe que lui ; ce n'étoit pas l'être alors que de combattre pour le ſyſtême de Ptolémée & pour les mouvemens circulaires.

(*a*) Joan. Fabricius, *Narratio de maculis*, 1611.

(*b*) Képler, *Aſtron. opt.* p. 446.

(*c*) Képler, *Epitom. aſtron. cop.* p. 673.

§. XIX.

L'HOMME, aidé du téleſcope, s'étoit avancé dans l'eſpace, mais la nature, en lui ouvrant tant d'avenues de la vérité, n'auroit rien fait pour lui, à qui le tems manque toujours, ſi elle ne lui avoit inſpiré le moyen de le ménager & de l'étendre par l'économie. Les recherches, en devenant plus nombreuſes, plus profondes, plus délicates, exigeoient de longs calculs arithmétiques. Les ſinus, par exemple, dont on fait un ſi grand uſage dans l'aſtronomie, les ſinus qui ſont des fractions du rayon, conſidéré comme l'unité, étoient exprimés en décimales. Ces décimales ſont d'autant plus exactes qu'elles contiennent plus de chiffres. On employoit alors cinq décimales; il falloit donc ſans ceſſe multiplier, ou diviſer des nombres de cinq chiffres: multiplier cinq chiffres l'un par l'autre, c'eſt faire vingt-cinq multiplications. Lorſqu'un travail demandoit une infinité de ces opérations, l'eſprit étoit découragé, le tems s'écouloit, la vie ſe conſumoit en efforts & en dégoûts; heureux encore d'achever ſans qu'une faute commiſe eût forcé de recommencer. Tel calcul où l'on emploie un mois aujourd'hui demandoit peut-être alors trois années; c'eſt pourquoi nous avons tant loué Képler d'avoir trouvé du tems, & de n'avoir pas été rebuté de ſon emploi (*a*). Le baron de Neper, Ecoſſois, montra des routes plus faciles, & il a rendu ſon nom immortel, comme celui des bienfaiteurs du monde. Son moyen eſt ſimple, c'eſt l'union d'une progreſſion arithmétique avec une progreſſion géométrique. Mais ces moyens ſimples ſont le fruit des idées profondes & lumineuſes. Tout eſt progreſſion dans le monde phyſique: le tems, ce ſont des inſtans ajoutés à d'autres inſtans;

(*a*) *Suprà*, p. 52.

l'enſemble des êtres, c'eſt la nature diverſifiée, s'avançant par des pas plus ou moins ſenſibles depuis la molécule de terre brute & inanimée, juſqu'à l'Être éclairé, honoré de la lumiere immortelle : elle a ſes degrés de grandeur, de dureté, de peſanteur, de force & de durée, de nuance en nuance elle paſſe d'une extrémité à l'autre. C'eſt elle que nous avons imitée dans la progreſſion arithmétique, où en ajoutant ſans ceſſe un nombre à un même nombre, nous nous tranſportons comme elle, à pas égaux ; nous parcourons l'échelle depuis zero, depuis le néant juſqu'à l'infini. L'eſprit humain, en s'élevant de l'addition à la multiplication, a imaginé une nouvelle maniere de marcher vers l'infini, une nouvelle progreſſion, en multipliant ſans ceſſe un nombre par un autre, ce ſont encore des pas égaux, mais plus preſſés, plus rapides. Telle eſt la progreſſion géométrique.

§. XX.

Si l'on conçoit une ſuite de nombres, commençant par 0, & croiſſant toujours d'une unité telle que 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, &c. enfin la ſuite des nombres naturels, ce ſera une progreſſion arithmétique : ſi l'on conçoit encore une ſuite de nombres, formée par l'unité continuellement multipliée par dix, telle que 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000, ce ſera une progreſſion géométrique. Toutes celles qu'on peut imaginer auroient atteint le but du baron de Neper, il a dû choiſir les plus ſimples. C'eſt la progreſſion arithmétique qui s'avance par des unités, & la progreſſion géométrique qui ſe propage par les produits de dix, comme les décimales. Il remarqua que dans ces deux progreſſions les pas ſont égaux, correſpondans, & en nombre égal. Dans l'une, l'unité eſt autant de fois répétée qu'il y a dans l'autre de produits de dix.

Ce nombre égal d'additions & de multiplications lui fit concevoir l'idée heureuſe de ſubſtituer une opération à l'autre ; il regarda ces deux ſuites infinies de nombres comme deux langues, dont les expreſſions analogues pouvoient toujours être traduites de l'une dans l'autre, en employant les termes correſpondans. Il donna aux nombres de la ſuite arithmétique le nom de logarithmes, & il écrivit ainſi ces deux ſuites.

Nombres.	*Logarithmes.*
1	0
10	1
100	2
1000	3
10000	4
100000	5
1000000	6

Lorſqu'on veut avoir le produit de deux nombres de la premiere, il ſuffit d'additionner les nombres correſpondans de la ſeconde ; ſi l'on veut multiplier cent par mille, les deux nombres correſpondans ſont 2 & 3, qui ajoutés l'un à l'autre font 5, & vis-à-vis de 5 on trouve 100000, qui eſt le produit de cent par mille. Si au contraire on veut diviſer 100000 par 100, on prend les nombres correſpondans 5 & 2, on les retranche l'un de l'autre, le reſte eſt 3 vis-à-vis duquel on trouve le nombre 1000, qui eſt le quotient de la diviſion. Nous avons choiſi un exemple très-ſimple, mais il ſuffit pour comprendre les plus difficiles. On conçoit que ces ſuites peuvent être pouſſées, en ſuivant la même loi juſqu'à l'infini ; mais on aura remarqué déjà que nous n'avons donné ici les logarithmes que des nombres, qui croiſſent multipliés par dix. Le baron de Neper n'auroit rien fait, s'il n'eût pas donné les loga-

rithmes des nombres intermédiaires. Les nombres depuis un juſqu'à dix ont pour logarithmes des fractions au-deſſous de l'unité. Les nombres depuis dix juſqu'à cent ont également pour logarithmes des nombres fractionnaires ajoutés à l'unité, &c. On ne découvre tous ces logarithmes que par des calculs longs & pénibles; c'eſt par là qu'ils tiennent à la haute géométrie, qui depuis abrégea ces calculs. Mais après que Neper eût été éclairé par cette idée de génie, il a fallu qu'il ſe dévouât à la patience & à l'ennui, pour faire à l'eſprit humain le plus beau préſent qu'on lui ait jamais fait, celui de ſubſtituer à la multiplication & à la diviſion, opérations toujours longues & pénibles, deux opérations auſſi ſimples qu'expéditives, l'addition & la ſouſtraction. C'eſt un inſtrument éternel pour la recherche de la vérité & pour creuſer la nature. Neper a abrégé les travaux futurs, il a donné du tems à l'homme, mais il a fallu qu'il conſumât ſa vie pour allonger celle de ſes ſucceſſeurs. Neper cacha le ſecret de ces nombres ſinguliers & utiles; on dit que Képler le devina. Le fils de Neper, après ſa mort, dévoilà cette compoſition myſtérieuſe; depuis ce tems Brigg, Anglois, Urſinus de Brandebourg, Ulacq, Hollandois, ont perfectionné, étendu ces Tables, & nous devons à l'idée de Neper, & à leurs veilles, les progrès que l'aſtronomie a faits par le calcul.

§. XXI.

Nous avons laiſſé long-tems Képler, il s'occupoit à la conſtruction des Tables Rudolphines, il refaiſoit la machine du monde, & après l'avoir poſée ſur des fondemens neufs, les vieilles parties s'écrouloient ſucceſſivement. Képler expoſa clairement les cauſes des variations de la latitude des planetes. L'une eſt réelle & phyſique, & naît du mouvement de la

planete dans ſon orbite inclinée à l'écliptique ; elle s'éloigne ou s'approche de ce plan, c'eſt ce qui fait changer ſa latitude : l'autre eſt optique & naît du mouvement de la terre, qui, s'approchant ou s'éloignant de la planete, voit ſous un plus grand ou ſous un plus petit angle l'élévation de l'aſtre ſur le plan de l'écliptique, ce qui eſt une ſeconde cauſe de variation. Il affirma que l'inclinaiſon de la route des planetes étoit invariable (*a*). Il détruiſit à jamais toutes les librations imaginées par Ptolémée, & conſervées par Copernic & Tycho. Il dit très-bien que Copernic ne connoiſſoit ni ſes richeſſes, ni la fécondité de ſon hypothèſe (*b*). Képler conçoit cependant que ces inclinaiſons doivent changer, en raiſon du changement de l'obliquité de l'écliptique. Il ne vouloit pas qu'on établît des recherches fondamentales ſur une baſe variable & inconſtante ; l'écliptique terreſtre ne lui ſembloit pas digne de cet honneur, il propoſa de choiſir un cercle fixe, nommé écliptique royale (*c*), pour y rapporter tous les mouvemens ; & ce cercle, c'étoit l'équateur du ſoleil, le grand cercle de ſa rotation. S'il y quelque choſe de permanent dans le ciel, c'eſt dans la maſſe immobile qui jouit du repos qu'elle ôte à tous les autres corps.

§. XXII.

KÉPLER ayant repréſenté le mouvement de toutes les planetes dans une ellipſe, où elles obſervent la loi des aires proportionnelles au tems, en déduiſit très-bien l'équation unique de leur mouvement inégal. C'eſt ainſi qu'il avançoit dans le travail des Tables Rudolphines ; mais la lune offroit des difficultés de plus. Elle a trois équations différentes, & ſi l'une de

(*a*) *In ſtellam Martis*, C. XIV, p. 82.
(*b*) *Ibid.* p. 81.
(*c*) *Ibid.* C. LXVIII, p. 319. *Epitome Aſtron. Copern.* p. 754.

ces

ces équations pouvoit être expliquée par le mouvement elliptique, les deux autres, ſavoir, celle de Ptolémée, qui eſt la plus grande dans les quadratures, & celle de Tycho, qui a toute ſa grandeur dans les octans, préſentoient des effets nouveaux & des cauſes compliquées. Képler ayant remarqué que ces variations ſuivoient à peu près la même loi que les phaſes, ſon génie lui montra que ces inégalités dépendoient du ſoleil; & s'il ſe trompa, en leur aſſignant pour cauſes la diſpoſition des fibres, la poſition des pôles magnétiques de la lune relativement à la terre, du moins il poſa le principe, que la vertu ſolaire s'ajoutoit à la vertu terreſtre pour modifier le mouvement de la lune; ce qui ſera très-vrai, ſi, comme cela eſt naturel, on attache au mot vertu l'idée de force.

§. XXIII.

Ce grand homme varia beaucoup ſur la diſtance & la parallaxe du ſoleil : il paroît qu'il fit tantôt cette diſtance de 1432, tantôt de 1800, enfin de 3438 demi-diametres terreſtres (*a*), ſi on la déduit de la parallaxe qu'il établiſſoit d'environ une minute. C'étoit reculer beaucoup le ſoleil, c'étoit approcher beaucoup plus de la vérité que Tycho. Il varia également ſur la quantité du diametre de la lune. Cette incertitude naiſſoit du progrès de l'art d'obſerver. En cherchant à mieux faire, on avoit des réſultats différens; en variant les différentes eſpeces d'obſervations, on avoit des erreurs différentes : on n'étoit pas encore aſſez éclairé pour un choix difficile, & l'inconſtance étoit naturelle. Képler joignoit à tout cela des principes aſſez philoſophiques; il avança que la différence des

(*a*) *De ſtellâ novâ*, c. 16. Tables Rudolphines, Prec. 141, pag. 98. Ephem. p. 2.

révolutions des planetes démontroit la différence de leur denſité. Il établit que le ſoleil eſt de tous les corps le plus denſe; ceux qui le ſont le plus après lui, ſont rangés le plus près de lui; & comme il vouloit toujours rendre les grandes vérités familieres, il cherche dans la nature terreſtre, que nous pouvons peſer avec la main, des exemples de ces différences & de ces rapports des denſités. Il compare Saturne au diamant, Jupiter à l'aimant, Mars au fer, la Terre à l'argent, Vénus au plomb, Mercure au vif-argent, & le Soleil, qui eſt le plus lourd, &, ſelon lui, le plus denſe des aſtres, à l'or, le plus peſant comme le plus précieux des métaux (*a*). Cet ordre des denſités (*b*) des planetes eſt preſque le véritable. Les planetes les plus éloignées ſont celles qui renferment le moins de matiere, relativement à leur volume : le ſoleil que Képler croyoit le plus denſe, eſt le ſeul qui s'écarte de la regle qu'il oſa lui preſcrire. Cette regle étoit fondée ſur l'hypothèſe ſi naturelle, que les corps les plus lourds devoient être rangés le plus près du centre. Mais ſouvent ce qui ſemble naturel nous trompe. Le tems n'étoit pas venu de pénétrer ces myſteres; il étoit réſervé à Newton de peſer les corps céleſtes & d'eſtimer leur peſanteur relative.

Pour mieux embraſſer tout, Képler vouloit tout claſſer; il partageoit l'univers en trois régions principales : la premiere eſt celle qu'occupe le corps du Soleil, ſphere dont le rayon eſt égal, ſelon lui, à quinze fois celui de la Terre : la ſeconde s'étend depuis le Soleil juſqu'à Saturne, embraſſant tous les corps mobiles par un rayon de 30000 demi-diametres : enfin

(*a*) *Epitom. Aſtronom. Coper.*, pag. 417 & ſuiv.

(*b*) La denſité eſt la quantité de matiere relativement à un volume donné. De deux corps qui ont le même volume, ſi l'un peſe le double de l'autre, il renferme une fois plus de matiere, il eſt une fois plus denſe : ſi avec la même peſanteur, il a une fois plus de volume, il eſt une fois moins denſe.

la troiſieme commence à Saturne, & paſſe juſqu'au-delà des fixes dans une étendue de 60000000 de ces demi diametres. Ces eſpaces, quoique beaucoup trop petits, étoient déjà très-conſidérables. On s'avançoit dans l'infini, dont l'idée ne s'acquiert, comme nous l'avons dit, que ſucceſſivement & par aggrégation. Il trouva d'autres proportions entre les diſtances & les grandeurs des aſtres (*a*); mais ces proportions étoient appuyées ſur des meſures défectueuſes; &, comme elles ne ſont pas vraies, nous n'en parlerons pas. Il prêtoit le flanc par ſes erreurs; auſſi le P. Riccioli n'a-t-il pas manqué de l'attaquer (*b*); mais Képler, déjà repris ſur la proportion des diametres apparens par Jean-Remi Quietanus, eſt convenu qu'ils ne cadroient pas avec ſes hypothèſes. Il étoit preſque tenté de les préférer, ainſi que l'harmonie des nombres, aux obſervations mêmes, tant les vues générales & les grands rapports peuvent égarer les hommes, mais ce ne ſont que les hommes de génie.

§. XXIV.

KÉPLER mit au jour en 1619 ſon ouvrage *Harmonices mundi*. Voici l'occaſion de cette nouvelle production. Pythagore avoit repréſenté les cinq élémens par les figures des cinq corps réguliers (*c*). Képler les avoit placés dans les intervalles des planetes. Platon nommoit Dieu l'éternel géometre, Képler croyoit qu'il n'avoit rien produit ſans y attacher une beauté géométrique (*d*); les formes idéales les plus parfaites approchoient, ſelon lui, de celles que le créateur avoit ſuivies dans la fabrication du monde (*e*); ou plutôt, comme toutes ces

(*a*) *Epit. Aſtron. Cop.* p. 490.
(*b*) Riccioli Almag., Tom. I, p. 714.
(*c*) Hiſt. Aſtron. anc., p. 215.
(*d*) *Harmonices mundi*, Lib. V, p. 194.
(*e*) *Ibid.* Lib. I, p. 239.

formes lui ſembloient avoir leur ſource dans l'entendement divin, il croyoit que la géométrie étoit un rayon de l'intelligence ſuprême. L'homme, en l'inventant, s'étoit élevé aux idées que Dieu peut ſe former de la perfection (*a*). De là naiſſoient les efforts de Képler pour trouver les proportions des diſtances dans les rapports des corps réguliers. Il ne faut pas que l'admiration nous aveugle, nous ne devons pas placer ſi haut la dignité des ſciences. Dieu ſans doute a compoſé l'univers de rapports, mais ces rapports dont nous appercevons à peine les plus ſimples & les plus généraux, ſont ſi multipliés, ſi compliqués, que la plus profonde géométrie ne les pénétrera jamais. Cette géométrie divine n'eſt que la ſcience de la nature; ſon étendue & ſa profondeur ſont au-delà des forces & des moyens humains.

Képler, digne ſucceſſeur de Platon & de Pythagore, étoit perſuadé comme eux que les propriétés des nombres renfermoient une infinité de connoiſſances. Pythagore y apperçut la muſique, les élémens de la nature; Platon y découvrit les attributs divins; Bodin montroit les trois gouvernemens du peuple, des grands & des rois dans les trois proportions arithmétique, géométrique & harmonique (*b*). C'étoit une ancienne folie que les Grecs nous avoient laiſſée, & qui nous agitoit encore. Euclide, géometre péripatéticien, a traité des cinq corps réguliers dans les derniers livres de ſa géométrie, que Képler regardoit comme le but de tout l'ouvrage. Ramus, peu habile en géométrie, meſurant la clarté par ſon intelligence, vouloit rejeter ces livres comme obſcurs & inutiles. Képler entreprit de venger Euclide, Pythagore & l'excellence des corps réguliers; & ce motif, qui paroît d'abord peu utile au monde, ce travail ſur des idées

(*a*) *Harmonices mundi*, Lib. I, p. 2. (*b*) *Ibid*, Lib. III, p. 89.

chimériques & hors de la nature, a produit une des plus grandes découvertes qu'on ait jamais faites. L'ouvrage de Képler, qui eſt rempli de tant d'idées creuſes, contient une ſeule vérité par laquelle il eſt immortel.

§. XXV.

Voila bien du tems perdu, diront les hommes qui blâmeront Képler de s'être amuſé à ces recherches vaines. La médiocrité, pour ſe conſoler de ſon abaiſſement, s'applaudit du mépris qu'elle a pour ces recherches, & croit être vengée de la hauteur du génie par ſes chûtes. Mais qu'il nous ſoit permis d'expoſer ici nos idées & la métaphyſique des découvertes. Nous découvrons des vérités particulieres, nous en tirons des réſultats, ce ſont là nos œuvres. L'obſervation ne ſauroit être trop circonſpecte, ni trop timide, il faut qu'elle voie pluſieurs fois, il faut qu'elle ſe multiplie pour aſſurer ſes récits. L'homme eſt paſſif en les recevant, mais les réſultats ſont des actes de ſa puiſſance intellectuelle. Quoiqu'il nous ſoit interdit de connoître la nature de l'eſprit, cependant nous appercevons que ſon eſſence eſt le mouvement; dès que ſon action ceſſe, la matiere reſte immobile, & l'homme s'endort dans le ſommeil de tous les jours & dans le ſommeil de l'éternité. C'eſt ce mouvement qui produit les compoſitions dans les arts, les découvertes dans les faits généraux de la nature; ce ne ſont que des rapprochemens & des combinaiſons: ſi la faculté de mouvoir les idées acquiſes eſt l'eſſence de l'eſprit, ſi le génie n'eſt qu'une faculté plus permanente & plus étendue, doit-on ſe plaindre que toutes les combinaiſons ne ſoient pas heureuſes? Nous avons cela de commun avec la nature; toutes ſes combinaiſons ne ſont pas profitables; un ſol fertile, mais inculte, fait croître plus de plantes paraſites que de végétaux

utiles ; c'eſt un ſurcroît de force, un luxe de fécondité. Le génie a comme elle ſon luxe & ſon excès de force. Peu de ſauvageons méritent d'être perpétués par la greffe, peu de rapports apperçus par l'eſprit, ſont dignes d'être conſervés par le tems. Mais tout ce qui naît dans nos campagnes eſt l'ouvrage d'une nature féconde & bienfaiſante ; tout ce qui vient du génie, ſes écarts comme ſes chefs-d'œuvres, eſt dû à un mouvement créateur, & découle de la même ſource productive.

§. XXVI.

On dira que Képler ſe repoſant après avoir produit des combinaiſons, & méditant ſur elles, auroit dû élaguer les rapports futiles, & laiſſer la vérité iſolée & ſans ombre étrangere. Nous ne prétendons pas excuſer ſon amour pour les propriétés myſtérieuſes des nombres ; deux grands hommes, Pythagore & Platon, coupables comme lui de cette erreur, peuvent ſeuls le juſtifier. Képler, aſſez voiſin du renouvelement des lettres, ſe laiſſa entraîner par ſon reſpect pour la philoſophie antique, impoſante comme un objet grand & vaſte, & chérie alors comme une maîtreſſe ſéduiſante & nouvelle. Mais ſi le génie s'écarte, ce n'eſt qu'en errant autour de ſon objet. C'eſt beaucoup d'avoir ſenti que la nature avoit des loix ſimples dans la production du mouvement des planetes, d'avoir aſſez préſumé de l'eſprit humain pour tenter de les découvrir, & d'y avoir conſumé ſa vie. Doit-on compter les efforts quand on voit les ſuccès ? Nous qui jouiſſons des bienfaits de Képler, que nous importent les jours, les veilles perdues, & ce que la vérité a coûté de mépriſes ? Il eſt indubitable qu'il a cherché ces loix. Il voyoit que les planetes accompliſſoient autour du ſoleil des révolutions d'autant plus longues que leurs orbes

ſont plus étendus. Il ſentoit par cet inſtinct, qui conduit l'homme éclairé vers la vérité, qu'il devoit y avoir une relation entre le diametre de ces orbes & le tems employé à les décrire. Il épuiſa les combinaiſons, & dans le nombre il trouva que les tems des révolutions étoient comme les racines quarrées des cubes de ces diametres. Cette loi établie ſur les révolutions de toutes les planetes, a été confirmée par les ſatellites de Jupiter, dont les mouvemens n'étoient pas bien déterminés du tems de Képler, par ceux des ſatellites de Saturne, qui n'ont été découverts que depuis. Képler aſſignoit donc des loix aux aſtres encore inconnus.

§. XXVII.

Il avoit cependant aſſez de diſcernement; l'eſprit philoſophique ſuivoit aſſez ſon génie, pour n'en pas confondre les productions. La découverte de cette loi du mouvement, mêlée à beaucoup de combinaiſons, n'eſt pas expoſée comme les autres. Il ſemble que le doigt de Képler y ſoit reſté pour l'indiquer à ſes lecteurs, & pour la ſéparer de la foule dont elle eſt environnée; il en donne la date, il compte les efforts qu'il a faits pour y parvenir, il ſentoit donc que cette découverte en étoit le prix; il la jugeoit dès-lors mémorable, comme la poſtérité l'a jugée.

» Après avoir trouvé les vraies dimenſions des orbites par » les obſervations de Tycho, & par l'effort d'un long travail, » enfin, dit-il, enfin, j'ai découvert la proportion des tems » périodiques à l'étendue de ces orbites;

Sera quidem reſpexit,
Reſpexit tamen, & longo poſt tempore venit.

» & ſi le tems peut en être intéreſſant, ce fut le 8 Mars de

» l'année préſente 1618 que cette proportion me vint dans » l'eſprit ; mais l'ayant mal appliquée au calcul, je la rejetai » comme fauſſe. J'y revins cependant le 15 Mai par un nouvel » effort, & le voile tomba de mes yeux. Tant d'épreuves » répétées, dix-ſept ans de travail ſur les obſervations, une » longue méditation contribuerent au ſuccès. Je croyois d'abord » rêver & mettre en principe ce qui étoit en queſtion ; mais » il eſt très-vrai & très-exact que les tems périodiques de » deux planetes quelconques ſont préciſément en raiſon des » racines quarrées des cubes de leurs diſtances moyennes au » ſoleil.

Un homme qui détaille ainſi une découverte, ſoit raiſon ou inſtinct de génie, en a ſenti toute l'importance. Mais après cet élan ſublime, Képler ſe replonge dans les rapports de la muſique avec les mouvemens, les diſtances & les excentricités des planetes. Dans tous ces rapports harmoniques, il n'y a pas un ſeul rapport vrai ; dans une foule d'idées il n'y a pas une ſeule vérité. Il redevient homme, après s'être montré comme un eſprit de lumiere.

§. XXVIII.

L'ANNÉE 1618 fut féconde en cometes, il en parut trois. La premiere au mois de Septembre ; elle étoit très-obſcure, & ne fut apperçue que des aſtronômes attentifs. La ſeconde parut dans la Coupe le 19 Novembre (*a*) ; ſon apparition fut courte. La troiſieme qui étoit très-brillante, ſuivie de la queue la plus longue qu'on eût vue depuis cent cinquante ans (*b*), ſe montra près de la Balance le 29 du même mois, & parut

(*a*) Képler, *de cometis*, p. 53. (*b*) *Ibid.* p. 62.

juſqu'aux

juſqu'au mois de Janvier ſuivant (*a*). Ces cometes réveillerent l'attention des aſtronômes & particuliérement de Képler. Jean-Baptiſte Cyſatus, Suiſſe du canton de Lucerne, ſe diſtingua par une obſervation curieuſe; il paroît être le premier qui ait conſidéré une comete à travers le téleſcope. Au milieu de la nébuloſité de la chevelure, qui eſt le caractere diſtinctif des cometes, il remarqua un eſpace plus lumineux & d'une clarté plus denſe & plus ſerrée; c'eſt proprement le diſque & le corps de la comete, il l'appela le noyau : il crut même y remarquer des interruptions de lumiere, & comme des crevaſſes (*b*). Mais nous avons peine à croire que les téleſcopes peu perfectionnés qu'on avoit alors puſſent montrer de pareils détails, qui n'ont pas même été bien confirmés depuis.

Tycho démontra le premier que les cometes ſont au-deſſus de la lune. Tycho & Mœſtlin avoient regardé le mouvement des cometes comme circulaire; Képler ne fut pas de ce ſentiment : il penſoit que les mouvemens circulaires, ou elliptiques, n'appartiennent qu'à des corps qui ont une révolution & des retours périodiques. Il avoit raiſon, mais il falloit s'élever à concevoir ces retours. Il trouva plus vraiſemblable de ſuppoſer que le mouvement de ces aſtres s'exécute en ligne droite; alors les cometes ne tenant point à notre ſyſtême, paſſoient ſelon lui, près de la terre, ſans s'embarraſſer de nous, & nous approchoient pour s'éloigner à jamais (*c*). Il s'applaudiſſoit d'avoir trouvé la route des cometes, ſans employer la parallaxe; mais c'eſt préciſément le défaut de ſa méthode. Il eſt ſimple que le lieu qu'occupe aujourd'hui la comete, faſſe un angle avec celui qu'elle occupoit hier; la ſuite des mouvemens

(*a*) Képler, *libro de cometis*, pag. 47 & 58.
(*b*) Weidler, p. 448.
(*c*) Képler, *de cometis*, p. 2 & 3.

obſervés forme donc une ſuite d'angles, qui peuvent être traverſés par une route droite comme par une route circulaire. Dès qu'on ne connoît pas exactement les diſtances des cometes, il y a beaucoup de cas où l'on ne pourroit pas décider entre ces deux routes. Mais lorſqu'au moyen de la parallaxe la longueur des diſtances eſt bien connue, leur inégalité manifeſte la courbure de la route. Un certain Habrechtus, philoſophe & Médecin, objectoit à Képler que les anciens avoient diſtingué les mouvemens rectilignes des circulaires, attribuant les premiers aux choſes terreſtres, les ſeconds aux choſes céleſtes. Képler lui répond que les anciens avoient fait auſſi les cometes ſublunaires, ce qui eſt démontré faux par les obſervations modernes; que les anciens avoient fait les cieux ſolides, dont le cours des cometes en tout ſens a prouvé l'impoſſibilité. Si l'on eſt forcé d'abandonner ces deux opinions des anciens, on peut bien abandonner leur diſtinction ſur l'emploi des deux mouvemens de nature différente (*a*). Habrechtus demandoit ſi par ce mouvement rectiligne une comete pourroit paroître décrire le zodiaque, comme on l'aſſuroit d'une comete qui avoit paru avant le déluge. Képler, ſans croire au fait appuyé ſur le témoignage douteux de quelques auteurs Arabes, l'explique ingénieuſement, en ſuppoſant que la route rectiligne de la comete eſt perpendiculaire au plan de l'écliptique, & paſſe au-dedans du cercle de la terre (*b*); & la terre tournant autour de la comete, qui ne ſe meut qu'en hauteur, la verroit parcourir en apparence le zodiaque autour d'elle.

§. XXIX.

Képler établit toute la théorie des planetes ſur cette ſup-

(*a*) Képler, *de cometis*, pag. 93. (*b*) *Ibid.* p. 95.

Digitized by Google

poſition d'un mouvement en ligne droite. Il avoit obſervé la comete de 1607 (*a*); il détermina le ſens de ſon mouvement dans les régions du ciel, puis calculant les poſitions qui en réſultent, il les compare aux poſitions obſervées. Il ne fut pas étonné de trouver quelquefois plus de quarante minutes de différence ſur la longitude, & plus d'un degré ſur la latitude. Les obſervations des cometes avoient alors beaucoup d'incertitude; on étoit content de ne pas s'éloigner davantage. Mais cette incertitude empêchoit d'examiner une théorie ſuppoſée; ſes défauts ſe confondoient avec l'erreur des obſervations, & on rejetoit tout ſur une pratique qui n'étoit pas encore perfectionnée.

Comme les deux dernieres cometes de 1618, venues du même lieu du ciel, parurent preſqu'en même tems, Képler ne s'éloignoit pas de croire que ce pouvoit être une ſeule comete partagée en deux. Il s'appuie du témoignage de l'hiſtorien Ephore, qui dit qu'on a vu de ſon tems une comete ſe diviſer ainſi; & il reprend aſſez vivement Seneque d'avoir douté de la vérité du fait. Il penſe que ſi quelques obſervateurs ont été aſſez heureux en 1618 pour ſaiſir le moment de ce partage, on aura deux grands faits pour établir l'exiſtence du phénomène (*b*). Mais ce moment ne pouvoit être ſaiſi, l'opinion que les cometes, en s'évanouiſſant, ſe partageoient en pluſieurs petites étoiles, ou en pluſieurs cometes, étoit une idée, une erreur de Démocrite, & un préjugé de l'antiquité (*c*).

On juge bien que Képler s'occupa de la formation des cometes; ces objets profonds plaiſoient à ſon génie. Il établit

(*a*) Kepler, *de cometis*, p. 33.
(*b*) *Ibid.* p. 49.
(*c*) Hiſtoire de l'Aſtr. anc. p. 231. Riccioli Almag. Tom. II, p. 44.

qu'elles naiſſent dans l'éther comme les poiſſons dans les eaux, Dieu a créé ces aſtres pour habiter les grands eſpaces de l'univers, comme il a créé les baleines & les monſtres de la mer pour peupler les vaſtes ſolitudes de l'océan. Il va plus loin, & remarquant que le ſoleil a été vu ſombre & de couleur de ſang pendant quelques jours, comme en 1547, pendant une année entiere, comme à la mort de Céſar pendant quelques jours, il en conclut un épaiſſiſſement de l'éther; & lorſque l'éther s'épure, les cometes ſe compoſent des matieres groſſieres qui troubloient ſa tranſparence (*a*). Nous faiſons l'hiſtoire des opinions; ces explications chimériques, ces erreurs ſont, comme les vérités découvertes, le produit de l'eſprit humain. Képler fut plus heureux en expliquant la queue des cometes toujours oppoſée au ſoleil; il croit qu'elle eſt produite par le choc des rayons ſolaires, qui traverſent la maſſe de la comete, & emportent avec eux les parties les plus legeres de ſa ſubſtance. Mais la queue des cometes eſt courbée vers ſon extrémité; cette courbure ne peut être due aux rayons ſolaires, toujours mus en ligne droite: elle eſt donc l'effet d'une autre cauſe; & Képler indique cette cauſe, en montrant que la tête ſe meut avec plus de vîteſſe que l'extrémité de la queue (*b*). Ces explications ſont reſtées; mais leur auteur, qui a fait de ſi grandes choſes, n'étoit pas encore aſſez débarraſſé des idées aſtrologiques; il avoit cette complaiſance pour ſon ſiecle. On le voit expliquer l'influence des cometes, en ſuppoſant que la terre paſſe au travers de leurs longues queues: les cometes ſont alors en conjonction avec le ſoleil; elle ne ſont pas viſibles, & dans l'hypothèſe, celles qu'on ne voit pas ſeroient les plus redoutables. Auſſi Képler leur attribue-t-il l'affoibliſſement de la

(*a*) Képler, *de cometis*, pag. 99. (*b*) *Ibid.* p. 101.

lumiere du ſoleil, dont les hiſtoriens ont pluſieurs fois parlé (*a*). Une choſe ſinguliere, c'eſt que Képler, moins perſuadé de l'aſtrologie que Tycho, a cependant oſé plus que lui, puiſqu'il a fait un livre des effets annoncés par les cometes de 1619; & quoique les idées de ce livre ſoient un peu moins ridicules que celles de tous les aſtrologues précédens, elles le ſont beaucoup pour Képler; il a même fait un autre petit ouvrage, où il compare les évenemens avec les prédictions de la comete de 1607 (*b*).

§. XXX.

ENFIN les Tables Rudolphines, qui furent pour Képler l'objet de tant de travaux, & l'occaſion de tant de découvertes, parurent en 1627, vingt-ſix ans aprés la mort de Tycho; c'eſt le plus beau monument qu'un diſciple ait jamais élevé à la mémoire de ſon maître. Ce ſont les premieres Tables où l'on ait employé pour le calcul la nouvelle invention des logarithmes. L'aſtronomie n'en avoit jamais vu de plus exactes; elles furent les meilleures pendant plus d'un demi-ſiecle; ce qui eſt une longue durée relativement aux progrès rapides que fit la ſcience dans ce court intervalle. Ce fut preſque le dernier ouvrage de ce grand homme: ſa vie, ſi occupée, ſi glorieuſe pour lui, ſi utile aux ſciences, fut encore troublée par le ſoin de pourvoir à la ſubſiſtance de ſa famille. Il ne lui ſuffiſoit pas d'élever les ſciences à une grande hauteur, il falloit les enſeigner pour vivre. Il avoit de modiques penſions, il vivoit dans un tems malheureux, on ne les lui payoit pas: il falloit faire des voyages pour des ſollicitations; il perdoit le tems toujours bien cher au génie, & il uſoit ſon ame & ſes forces par l'inquiétude.

(*a*) Képler, *de cometis*, p. 104. (*b*) *Ibid.* p. 122.

C'eſt bien aſſez des efforts de l'invention pour conſumer la vie: l'homme ne crée qu'aux dépens de la force qui le fait exiſter; c'étoit trop d'y ajouter le chagrin qui mine ſourdement cette exiſtence. Il avoit ſubi à Prague pendant onze années les horreurs de la diſette, il étoit encore dans le beſoin, il ſollicitoit encore à Ratisbonne ce qui lui étoit dû, lorſqu'il y mourut le 15 Novembre 1631, âgé de cinquante-neuf ans (*a*). Il n'a laiſſé à ſa femme & à ſes enfans, que ſon ſouvenir avec la gloire de ſon nom; mais ſa gloire, qui n'avoit pu le faire vivre, fut inutile à ſa veuve & à ſes orphelins; leur pauvreté eſt marquée par une anecdote ſinguliere. Képler, avant de mourir, avoit compoſé un ouvrage intitulé *Songe de Kepler*; il ſe ſuppoſoit tranſporté ſur le globe de la lune, il y détailloit les apparences de l'univers, la longueur des années & des jours ſi différens ſur ce globe de ce qu'ils ſont ſur le nôtre. La mort de Képler interrompit l'impreſſion de cet ouvrage: ſon gendre (*b*) en prit ſoin, il fut de même arrêté par la mort. Dans un ſiecle où régnoient encore la ſuperſtition & l'aſtrologie, Louis Képler ſon fils, frappé de ces deſtinées, laiſſa long-tems cette impreſſion fatale, il craignoit d'y perdre la vie; rien ne put le déterminer que les larmes de ſa belle-mere & le ſpectacle de la miſere de ſes enfans. Voilà donc le ſort des grands hommes, la gloire & la pauvreté! Leur gloire n'intéreſſe qu'eux, l'utilité, ſouvent très-grande de leurs inventions eſt éloignée; on ne paye bien que les ſervices préſens. Pour avoir le courage de reculer les bornes des ſciences, il faut s'iſoler de tout intérêt, & vivre dans l'avenir, qui rend toujours juſtice. Mais quand à du génie on joint une ame ſenſible, on s'afflige pour les ſiens, pour des êtres chéris, qui

(*a*) Weidler, p. 415.

(*b*) Jacques Bartſch.

n'ont pas le même attrait & la même récompenſe, & à qui l'on n'a donné que la vie avec un nom reſpectable.

§. XXXI.

Si l'injuſtice afflige un mérite ſupérieur, ou du moins ſi ce mérite languit ſans récompenſe proportionnée, c'eſt ſouvent la faute des contemporains. On n'aime point le génie vivant, préſent; ſa hauteur incommode & fatigue. L'ignorance orgueilleuſe lance le ridicule, l'envie éclairée travaille par des manœuvres ſourdes; & une claſſe plus nuiſible encore, eſt celle des gens médiocres, qui courant la même carriere, oſent juger ce qu'ils ne peuvent atteindre. Les diſpenſateurs des graces, plus conduits qu'on ne penſe par l'opinion, ſeroient guidés dans leur choix, ſi les contemporains étoient plus juſtes. Ces réflexions naiſſent du portrait que Riccioli a oſé tracer de Képler; c'étoit, dit-il, un homme porté aux fictions hardies, un homme qui, impatient de connoître les cauſes, perſuadé que la poſtérité ne pourroit le convaincre de ſes altérations, n'a pas craint de faire violence aux obſervations de Tycho, pour expliquer les myſteres non du ciel, mais de ſon génie (*a*). Voilà comment fut traité par un aſtronôme inſtruit le vrai fondateur de l'aſtronomie moderne, le premier auteur de notre ſupériorité ſur les anciens. Képler ſans doute a eu bien des idées qui paroîtront ridicules, aujourd'hui que nous ſuivons une philoſophie plus ſage: nous les avons rapportées avec fidélité, pour peindre le ſiecle & l'homme; mais ſes erreurs ont été grandes, elles ont toujours été au-deſſus de ſon ſiecle, & elles caractériſent encore un homme ſupérieur. Et combien de vues ſaines & vraies ſont ſorties de ſes méditations

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 277.

phyſiques ! La tendance réciproque de la terre & de la lune ; la rotation du ſoleil annoncée, une force placée dans cet aſtre pour retenir, pour faire circuler les planetes, une force qui diminue comme la diſtance augmente ; la lune conduite, ou troublée par l'action du ſoleil jointe à celle de la terre ; ces vérités apperçues, quoique mêlées d'erreurs, quoique déſignées plutôt que démontrées, ſuffiroient pour l'immortaliſer : ce n'eſt là cependant que la moindre partie de ſa gloire. Képler a été le légiſlateur de la ſcience, en poſant les trois loix fondamentales du mouvement des planetes ; il leur a tracé leur route dans une ellipſe, c'eſt la premiere loi ; il a déterminé leurs inégalités par la ſeconde loi des aires proportionnelles au tems, & il a enchaîné tous ces mouvemens par la troiſieme, par le rapport des révolutions avec les diametres des orbites. Riccioli, en louant cette derniere loi (*a*), n'en a pas mieux apprécié l'homme. Mais en attendant la poſtérité qui apporte une juſtice tardive, comment les princes pouvoient-ils connoître le prix de Képler, ſi beaucoup d'aſtronômes l'apprécioient ainſi ? Riccioli n'étoit pas un juge compétent, & cet exemple doit au moins ſervir de leçon aux eſprits d'un ordre ſubalterne, pour ne pas juger les grands hommes.

§. XXXII.

Nous revenons à un autre grand homme, affligé non de la pauvreté, mais de la perſécution, c'étoit Galilée. Il avoit embraſſé le ſyſtême de Copernic ; ce ſyſtême né en Allemagne, y avoit eu ſes premiers partiſans. Mœſtlin, jeune & voyageant en Italie, y fit un diſcours public où il ſoutint le

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 707.

mouvement

mouvement de la terre ; il convainquit Galilée (*a*), & il acquit à Copernic le plus zélé de ſes défenſeurs & le martyr de ſa cauſe. Galilée avoit aſſez de philoſophie pour ſentir toute la vraiſemblance de ce ſyſtême ; mais quand il découvrit les Lunes dont Jupiter eſt environné, & que Jupiter entraîne avec ſoi dans ſa marche, il conçut que la Terre pouvoit également marcher dans l'eſpace, accompagnée de ſon ſatellite. Quand il vit, ſur-tout à l'aide du téleſcope, les phaſes de Vénus annoncées par le génie de Copernic, il conçut que ce ſyſtême étoit une vérité qu'il falloit enſeigner & défendre. Il fut dénoncé à l'Inquiſition, & le cardinal Bellarmin lui fit promettre de ne plus ſoutenir ce ſyſtême ni de vive voix, ni par écrit (*b*). Mais l'amour de la vérité eſt une paſſion auſſi impérieuſe que les autres, une paſſion durable comme ſon objet ; l'homme qui a ſaiſi la vérité pendant ſa vie, la place & s'appuie ſur elle au bord de ſon tombeau. Galilée avoit promis plus qu'il ne pouvoit tenir : devons-nous promettre ce qui eſt au-deſſus de nos efforts ? Tenterons-nous de réprimer les vents & les tempêtes, de faire remonter les torrens vers leur ſource ? Le cours des opinions ne remonte pas non plus vers la ſienne, il faut qu'il s'accompliſſe ; & le pouvoir de l'homme ne peut arrêter la vérité lorſqu'elle deſcend ſur la terre. Galilée ne put réſiſter à l'évidence des mouvemens de la terre ; cette vérité étoit écrite de toutes parts au ciel, dans le mouvement égal & ſimultané de tous les aſtres de l'orient vers le couchant, dans l'apparence du cours des planetes que la terre trouble & dérange par le ſien ; dans le ſyſtême de Jupiter, dans les phaſes de Vénus ; enfin dans tous les phénomènes qui revelent l'ordre & l'arrangement du monde. Il ne put forcer ſa bouche à enſeigner une

(*a*) Weidler, p. 396. (*b*) Ric. Alm. T. II, p. 498, T. I, p. XXXIV.

autre hypothèſe ; il expliqua le ſyſtême de Copernic dans le troiſieme de ſes dialogues ; il y montra ſi évidemment la ſimplicité de ce ſyſtême, les inconvéniens des ſuppoſitions fauſſes de Ptolémée & de Tycho, qu'il acheva la révolution commencée. L'influence de trois hommes, Copernic, Képler, Galilée, diſpoſa les eſprits & changea l'opinion : on commença à voir avec certitude le mouvement de la terre. Ce retour de Galilée vers une opinion condamnée parut un crime ; le ſuccès de ſes dialogues réveilla l'envie, l'envie le dénonça une ſeconde fois ; & à l'âge de ſoixante-dix ans, le vieillard, qui avoit vu le premier les chefs-d'œuvres de Dieu dans un univers nouveau, fut jeté dans les priſons. Sept cardinaux le jugerent, & l'accablerent de l'autorité de l'égliſe. On décida ſouverainement ſur les propoſitions fondamentales du ſyſtême, & le 22 Juin 1633 on prononça l'arrêt ſuivant, qui portoit contre la vérité plus encore que contre Galilée : *Soutenir que le ſoleil immobile & ſans mouvement local, occupe le centre du monde, eſt une propoſition abſurde, fauſſe en philoſophie, & hérétique, puiſqu'elle eſt contraire au témoignage de l'écriture. Il eſt également abſurde & faux en philoſophie de dire que la terre n'eſt point immobile au centre du monde ; & cette propoſition conſidérée théologiquement, eſt au moins erronée dans la foi.* On oſa dicter à Galilée une formule d'abjuration, un menſonge qu'on le força de ſigner : *Moi Galilée, à la ſoixante-dixieme année de mon âge, conſtitué perſonnellement en juſtice, étant à genoux, & ayant devant les yeux les ſaints évangiles, que je touche de mes propres mains, d'un cœur & d'une foi ſinceres, j'abjure, je maudis & je déteſte les abſurdités, erreurs, héréſies*, &c. (a). C'eſt un ſingulier ſpectacle que celui d'un vieillard couvert de

(a) Le decret & la formule d'abjuration ſe trouvent en entier dans l'Alm. de Riccioli, T. II, p. 496, & en extrait dans le Dict. hiſt. de l'abbé l'Avocat, art. Galilée.

cheveux blanchis par l'étude, par ſes veilles, par ſes bienfaits envers les hommes, à genoux devant le livre le plus reſpectable, abjurant la vérité aux yeux de l'Italie qu'il avoit éclairée, malgré le témoignage de ſa propre conſcience, & contre la nature entiere qui manifeſte cette vérité.

§. XXXIII.

L'Italie peut ſe conſoler de ce décret honteux pour elle, en penſant qu'elle a produit Galilée. Cette gloire, qui eſt pour les ſiecles, ne peut être effacée par l'erreur d'un moment; mais le zele de la religion ne fut que le manteau de cette perſécution. On vouloit venger Ariſtote & l'ancienne philoſophie détruite par les loix ſimples du mouvement, par l'ordre auſſi ſimple de l'univers. Le mérite a toujours des ennemis puiſſans; on n'a point impunément une grande célébrité, & la multitude va frapper de ſa maſſe l'homme qui l'offuſque par ſa hauteur. La haîne, nous n'en devons pas douter, un nombre d'imputations calomnieuſes & répétées, ont ſéduit les juges de Galilée. Au reſte l'hiſtoire doit tout dire, pour être toujours juſte; nous ne devons pas juger cette faute avec les lumieres de notre ſiecle. Le ſyſtême de Copernic n'avoit alors de partiſans qu'en Allemagne; ils étoient en petit nombre. A peine trente ans s'étoient écoulés depuis que Tycho étoit mort; Tycho le premier, le plus grand des aſtronômes d'Europe; Tycho, qui regardoit ce ſyſtême comme abſurde, & qui avoit cru néceſſaire d'en propoſer un autre. Képler le défendit d'abord preſque ſeul, enſuite aidé de Galilée; mais la foule des aſtronômes étoit contraire. Les juges compterent les ſuffrages & ne les peſerent pas. La lettre des paſſages de l'écriture ſemble oppoſée à ce ſyſtême; avant que l'égliſe ſe déterminât à les prendre dans le ſens figuré, il falloit que les ſavans fuſſent

d'accord, & que la vérité fût univerſellement reconnue (*a*). Le tort fut de prononcer ſur ce qu'on ne pouvoit entendre. On devoit laiſſer débattre cette opinion par les aſtronômes ; opinion, qui, ſi elle eût été fauſſe, ſeroit à la fin tombée dans l'oubli, & qui, ſi elle étoit vraie, ne pouvoit être réellement contraire à l'écriture (*b*). Les juges, peu inſtruits des ſciences humaines, n'étoient pas à cet égard au niveau de Galilée, ils ne ſavoient pas lire comme lui dans les phénomènes. La nature eſt un livre où Dieu tous les jours ſe manifeſte : rien de ce qu'il a produit ne peut ſe contredire ; les faits de la religion & de la nature, également vrais, ſe tiennent néceſſairement par une chaîne. Dieu ſe l'eſt entiérement réſervée, ou la dévoilera quelque jour. En attendant reſpectons la vérité partout où elle ſe trouve, elle eſt toujours ſon ouvrage.

§. XXXIV.

Galilée condamné à une captivité dont la durée étoit à la volonté des Inquiſiteurs, fut cependant renvoyé dans la Toſcane ſa patrie, où il eut, dit-on, pour priſon la petite ville d'Arcetri avec ſon territoire. Là il ſe conſola par l'aſtronomie, par l'étude du ciel, qui dévoile des vérités & qui ne condamne que les coupables ; & la nature, comme ſi elle eût voulu le dédommager de ce qu'il avoit ſouffert pour elle, honora ſes dernieres années par une grande découverte. En conſidérant le diſque lunaire, il avoit mille fois vu ce que les anciens avoient

(*a*) Lettre du Pere Fabri, Jéſuite & pénitencier de la Cour de Rome, citée dans la lettre d'Auzout à l'abbé Charles, page 17.

(*b*) On a ſupprimé dans la derniere édition de l'*Index*, ou des livres défendus à Rome, ceux où l'on ſoutient le mouvement de la terre, Aſtr. art. 1103. M. de la Lande étant à Rome, ſollicita pour qu'on en retranchât auſſi nommément les ouvrages de Galilée, ce qui n'a pas encore été fait, à cauſe du decret lancé contre lui.

remarqué. La lune nous préſente toujours la même face, les mêmes taches; & ſoit qu'elle ſoit viſible par la lumiere cendrée dans le croiſſant & dans le voiſinage du ſoleil, ſoit qu'elle atteigne la quadrature ou ſon diſque plein, les taches ſont toujours vues à la même place; l'obſcurité les cache, la lumiere les montre, mais rien ne change ſur ce diſque immuable. La vue de la terre n'eſt accordée qu'à un ſeul hémiſphere de la lune, l'autre ne nous voit jamais, il eſt pour nous comme s'il n'exiſtoit pas. Nous ne pouvons pas dire encore la cauſe de ce ſingulier phénomène, mais nous dirons comment Galilée payoit ſon tribut à la foibleſſe humaine, à l'ignorance & aux préjugés du tems, en attribuant cette conſtance à un rapport naturel, à une ſympathie de la lune avec la terre; les cauſes occultes expliquoient alors bien des phénomènes. La tendance, diſons le mot, l'attraction de certains corps ſe manifeſtoit ſouvent à l'homme étonné; & comme ſon imagination anime tout, voit partout ſes affections, cette tendance devenoit un ſentiment, une préférence. L'amitié, l'amour qui lient & conſolent les êtres ſenſibles, le penchant qui porte l'homme vers l'homme, & conſerve l'eſpece humaine, rapprochoit, conſervoit également les parties dont l'union conſtitue l'univers. Galilée, attentif à ce phénomène de la face conſtante de la lune, apperçut que quelques taches placées près du bord du diſque, avoient diſparu comme ſi elles avoient paſſé dans l'autre hémiſphere; il les vit enſuite reparoître; comme ſi elles étoient ramenées par un balancement du globe de la lune. En étudiant ces apparences nouvelles, il leur aſſigna deux cauſes qui n'expliquent pas tout, mais qui toutes deux ſont vraies. Son principe eſt que la lune préſenteroit toujours la même face, ſans le moindre changement, à un œil qui ſeroit placé au centre du globe: mais nous ne la voyons que

de la ſurface ; le volume, la grandeur de la terre ſont une premiere cauſe de ces apparences. Lorſque la lune ſe leve à l'horizon, elle eſt abaiſſée par la parallaxe, l'œil placé plus haut que le centre de la terre, apperçoit vers le ſommet de la lune des parties de ſon globe, & des taches qui diſparoiſſent lorſque la planete s'éleve vers le zenith, où elle manque de parallaxe, où on la voit telle qu'on la verroit du centre de la terre. En même tems, comme la vue ne peut embraſſer que la moitié d'un globe, comme on avoit perdu vers le bas ce qu'on avoit gagné de plus vers le haut, les taches inférieures, qui s'étoient cachées, ſe remontrent à meſure que la lune s'éloigne de l'horizon, & que les nouvelles taches ſupérieures diſparoiſſent. Une ſeconde cauſe produit les mêmes effets. Nous marchons dans l'écliptique tandis que la lune s'éleve & s'abaiſſe à l'égard de ce plan, dans ſa route inclinée de cinq degrés. Cette petite quantité ſuffit pour opérer un nouveau balancement apparent dans le globe de la lune. Lorſqu'elle s'éleve au-deſſus du plan que nous ne quittons jamais, la vue ſe prolonge tant ſoit peu ſous le corps de la lune, & aſſez pour appercevoir quelques taches nouvelles. Lorſqu'au contraire la lune deſcend & s'abaiſſe au-deſſous de ce plan, nous dominons ſur elle, la vue s'étend vers le haut, & le ſommet paroît s'incliner pour nous montrer à ſon tour de nouvelles taches (*a*).

§. XXXV.

Ces phénomènes réels, ces cauſes auſſi vraies que les phénomènes, ſont la derniere conquête que Galilée fit dans le

(*a*) Galilée, *Dialogus de ſyſtemate mundi.* [1] M de la Lande, *Aſtronomie*, article 3176.

ciel. Il étoit occupé d'un objet plus grand, parce qu'il étoit plus directement utile. Les découvertes ſont pour la curioſité, c'eſt leur application à nos beſoins qui eſt un bienfait. Ce n'étoit pas aſſez d'avoir apperçu les quatre Lunes dont Jupiter eſt environné, il falloit ſuivre leurs mouvemens, leurs paſſages d'un côté à l'autre du diſque de la planete, obſerver leurs rencontres mutuelles, leurs configurations variées, & ſe mettre en état de les prédire. Galilée avoit tout à faire, il avoit beſoin de tems pour apprendre à voir & à juger, pour débrouiller les phénomènes d'un ſpectacle entierement nouveau : il n'acheva point l'ouvrage, mais il le commença; il ne ſe preſſa point de publier aucune théorie, comme Simon Marius, mais il en vit l'utilité.

Nous avons dit qu'au même inſtant on compte des heures différentes ſur chaque méridien de la terre. Ces heures ne peuvent être manifeſtées, comparées entr'elles, pour en déduire la différence des méridiens & des longitudes, qu'au moyen d'un ſignal donné dans le ciel, & obſervé à la fois ſur toutes les parties de la terre qui peuvent le voir. Cette méthode eſt due à Hypparque, mais il ne connut d'autre ſignal que les éclipſes de lune (*a*). Képler y ajouta celles du ſoleil, au prix de la longueur & de la fatigue des calculs (*b*). Galilée en conſidérant le ſpectacle changeant de la poſition des Satellites, ce tableau expoſé ſur tous les horizons où Jupiter eſt viſible, y apperçut une multitude de ſignaux, qui pouvoient être employés pour la recherche des longitudes; il annonça que la découverte qu'il avoit été chercher ſi loin, nous donneroit un jour la connoiſſance exacte du globe que nous parcourions ſans le connoître. Ce ne ſont pas les villes, les provinces dont nous

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 115. (*b*) *Suprà*, p. 17.

avons un beſoin preſſant de fixer la poſition & l'étendue ; ces connoiſſances quoiqu'importantes, peuvent être attendues ; la terre reſte, aſſez d'hommes y paſſeront, & le tems ſuffit à tout. Mais la cupidité qui étend le commerce, l'ambition qui veut ajoutet des royaumes à des royaumes, nous ont livrés à de nouveaux dangers, lorſque la découverte de la bouſſole permit à nos vaiſſeaux de quittet la vue conſolante des côtes habitées, & de ſe haſarder dans les déſerts de l'Océan ; l'aiguille aimantée nous dirige, elle nous montre la route que nous devons ſuivte ; mais elle ne nous apptend point ni la diſtance des côtes que nous avons abandonnées, ni celles des bords où tendent nos eſpérances. L'homme, dans une frêle machine, avec ſes biens, avec ſa vie qui eſt le premier de tous, eſt ſuſpendu ſur un abîme ; il ne voit qu'un horizon non interrompu, une plaine unie & monotone, il s'eſt condamné lui-même à l'exil, il ne ſait où il eſt. La connoiſſance du lieu qu'il habite, la longitude qu'il peut ignorer tranquillement dans ſes foyers, eſt ici de la premiere néceſſité : il faut ou ne pas marcher la nuit, & c'eſt doubler le tems de ſon voyage, reculer le terme de ſes deſirs ; ou ſuivre le cours des vents dans l'obſcurité, au riſque de heurter la terte & de ſe briſer ſur les écueils dont elle eſt défendue. Il faut donc que l'induſtrie s'aſſure de la diſtance de ces terres ſi redoutables & ſi deſirées. Alors, comme dans tant d'autres circonſtances, l'homme ayant tout perdu, n'a plus que le ciel pour reſſource ; il voit les aſtres qu'il voyoit dans ſa patrie, ce ſont les ſeuls amis qui lui reſtent. Ces aſtres ſont fixes, il connoît leurs places, il en prend la hauteur ſur l'horizon de la met ; & cette hauteur lui fait voir à quelle diſtance il eſt de l'équateur. Mais tant de lieux ſont à cette même diſtance, que ſans s'écarter ni s'approcher de ce grand cercle, il pourtoit faire le tour entiet du globe

globe, & y décrire un petit cercle parallèle à l'équateur. Il faut donc connoître encore la diſtance du lieu d'où l'on eſt parti, la différence de longitude, & déterminer le méridien qui coupe le parallèle dans le lieu occupé par le vaiſſeau (*a*). On ne pouvoit y parvenir alors que par les phénomènes, par les ſignaux céleſtes. Ces ſignaux ſe réduiſoient aux éclipſes de ſoleil & de lune; ces éclipſes ſont trop rares, un beſoin du moment ne peut pas les attendre. Galilée vit que les phénomènes des ſatellites de Jupiter, prévus & calculés pour un lieu connu, & à des heures convenues, pourroient donner la longitude par la comparaiſon de l'heure où ils ſeroient obſervés ſur la mer. Nous ignorons quels étoient les phénomènes dont Galilée propoſoit de ſe ſervir; mais il falloit toujours une connoiſſance entiere & préciſe du mouvement de ces aſtres. Ici le génie ne pouvoit être ſecondé que par un long travail, par une obſervation conſtante; Galilée offrit de s'y dévouer. Les Hollandois, à qui rien n'échappe de ce qui eſt utile au commerce, accepterent ſes offres, ils lui députerent Hortenſius & Blaeu, ils lui deſtinerent une chaîne d'or, parce que les ſervices rendus à l'humanité, & ſur-tout le génie ne ſe payent dignement que par l'honneur. Cette méthode n'a cependant point encore accordé à la navigation les ſecours qu'elle demandoit. D'ailleurs elle devoit recevoir ſa perfection & ſa véritable utilité des mains de Dominique Caſſini; mais Galilée la lui avoit indiquée, & il en eſt le premier auteur. Peu de tems après l'arrivée des députés, Galilée perdit ſubitement la vue; le ciel ſe ferma pour lui, comme ſi la nature avoit dit, tu as aſſez vu. Il communiqua ſes obſervations & ſes idées à ſon diſciple Reinieri; il put voir encore par ſon organe, mais

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 113.

depuis qu'il ne voyoit plus lui-même, la vie ſembloit lui devenir inutile. L'âge avançoit, & le traînoit honorablement vers la tombe, qui s'ouvrit en 1642 ; heureux encore dans ſa priſon, ou plutôt dans ſon exil, d'avoir poſé la loi fondamentale du mouvement accéléré, ſatisfait d'avoir vu des merveilles que nul mortel n'avoit vues avant lui, certain ſur-tout de n'avoir point offenſé l'Être ſuprême, en démontrant une de ſes vérités, il mourut tranquille avec toute ſa gloire, plus difficile à ravir que la liberté.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE TROISIEME.

Des Aſtronômes contemporains de Képler & de Galilée, & de ceux qui les ont ſuivis.

§. PREMIER.

Nous avons montré deux hommes, qui ont été des réformateurs, & qui, en créant des vues de la nature, ont ouvert une vaſte carriere. Une foule de contemporains & de ſucceſſeurs ont marché ſur leurs pas, mais le nombre des idées acquiſes n'eſt pas proportionné au nombre des hommes. Dans l'hiſtoire des ſciences, une ſeule tête occupe une grande place, pluſieurs ſont ſerrées dans un petit eſpace, & l'eſpace paroît encore vide. Il eſt des circonſtances où c'eſt beaucoup de ne pas rétrograder; lorſque la lumiere eſt encore incertaine

& vacillante, le génie peut ſeul appercevoir & combattre les erreurs. En ſon abſence, c'eſt donc beaucoup ſi les anciennes erreurs n'ont pas été rappelées, s'il ne s'en eſt pas élevé de nouvelles : enfin ſi l'eſprit humain n'a rien perdu dans l'intervalle depuis Képler & Galilée juſqu'à Deſcartes, où la France commence à influer ſur les ſciences, & juſqu'au tems de l'établiſſement des ſociétés ſavantes, qui ſont les jours de gloire de la nouvelle aſtronomie.

§. II.

Si nous jetons un coup d'œil ſur le Dannemarck, nous y verrons les regrets du départ de Tycho, & des injuſtices qu'il avoit ſouffertes. Chriſtiern IV, le même Roi qui l'avoit laiſſé s'expatrier, ſentit la perte des ſciences exilées avec ce grand homme. On donna une chaire de mathématiques à Longomontanus, & on éleva à Coppenhague même un temple, c'eſt-à-dire, un obſervatoire à l'aſtronomie. On y retraça une foible image d'Uranibourg, dont les veſtiges mêmes étoient effacés, & c'eſt aux ſollicitations de Longomontanus que fut dû ce nouvel établiſſement (*a*).

Longomontanus ſortit d'un village de Jutland en Dannemarck ; ſon pere étoit laboureur, & il paſſa ſa jeuneſſe entre l'étude, qui étoit la paſſion de ſon ame, & la culture de la terre, qui le faiſoit vivre. Tycho le reçut parmi ſes diſciples en 1589, il le garda près de lui, & l'emmena même à Prague, où l'Empereur le lui donna avec Képler pour l'aider dans ſes obſervations. Mais l'amour de la patrie parla au cœur de Longomontanus, & il abandonna ſon maître pour elle. Il ramena dans le Dannemarck le goût de l'aſtronomie. On s'occupa de

(*a*) M. Picard, Voyage d'Uranibourg ; Mém. Acad. Scien.

conſtruire un obſervatoire à Coppenhague ; les fondemens en furent jetés le 7 Juillet 1632 ; il ne fut totalement achevé qu'en 1656, & il a été détruit par l'incendie de 1728. La tour avoit cent onze pieds de haut & quarante-ſept de diametre : elle étoit meublée des inſtrumens néceſſaires. M. Picard en 1671 y vit le fameux globe de quatre pieds & demi de diametre, où Tycho avoit deſſiné les conſtellations. Ce globe avoit été tranſporté en Bohême, & fut rapporté précieuſement en Dannemarck, comme un reſte d'un grand homme dont les travaux glorieux avoient été ſi mal récompenſés.

§. III.

Longomontanus fut un obſervateur pour le tems, il ſortoit de l'école de Tycho ; du reſte fidelle aux premieres impreſſions, il conſerva les opinions de ſon maître ; il avoit ſans doute une grande partie de ſes obſervations, il en profita pour compoſer un grand ouvrage intitulé *l'Aſtronomie danoiſe*, où l'aſtronomie étoit en effet réformée ſur les obſervations de Tycho. Mais Longomontanus y conſerve toute la vieille forme de l'aſtronomie ; ce ſont les épicycles, le mouvement du centre de l'excentrique établi par Ptolémée, la libration du centre de l'épicycle le long de ſon diametre, imaginée par Tycho. Il n'inventa rien après lui, & il n'étoit pas au niveau de Képler qui élevoit ſon ſiecle (*a*). Il donne à la fois les formes du calcul dans les trois ſyſtêmes, de Ptolémée, de Copernic & de Tycho ; ce qui ſignifie qu'il n'avoit pas aſſez de lumieres pour faire un choix. Il n'oſoit produire ſeul l'opinion de Tycho, il n'oſoit cependant lui en préférer une autre. Il corrige la

(*a*) *Aſtron. Danic.* Riccioli Almag. T. I, p. 263, 519.

théorie des planetes de Ptolémée, en ajoutant différens épicycles, comme Copernic avoit fait pour la lune (*a*). Ainſi les planetes roulent autour de la terre, & toutes les bizarreries de leurs apparences ſont expliquées par ces épicycles. Il propoſe enſuite l'hypothèſe de Copernic, & il finit par celle de Tycho, qui ne differe de ſon Ptolémée corrigé qu'en ce que les mouvemens des planetes s'exécutent autour du ſoleil, tandis qu'il ſe meut autour de la terre (*b*).

Tycho avoit toujours déſiré qu'on achevât ce que la mort l'avoit empêché de terminer, c'étoit l'explication du mouvement des planetes dans ſon hypothèſe. En mourant, quoiqu'il connût les idées différentes de Képler, il l'avoit chargé de ce ſoin (*c*). Képler fonda les Tables Rudolphines ſur le ſyſtême de Copernic & ſur la vérité. Longomontanus a rempli le vœu de ſon maître, mais Képler l'avoit mieux ſervi; il regardoit un grand obſervateur tel que Tycho, comme un bienfait du ciel, ſes obſervations comme un tréſor; il les employa pour fonder un édifice durable, & non pour étayer une hypothèſe démentie par les phénomènes, & même par la raiſon (*d*).

§. IV.

Képler & Galilée avoient été les ſeuls phyſiciens de leur ſiecle; Longomontanus ne l'étoit pas. Il ſe trompoit encore, en croyant que l'image du ſoleil étoit amplifiée par les rayons réfractés dans notre atmoſphere. Longomontanus croyoit même que par cette cauſe il n'y avoit point d'éclipſes totales pour les climats ſeptentrionaux; l'image du ſoleil étoit trop aggrandie

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 360 & 702.
(*b*) *Aſtron. Danic.* Riccioli Almag. T. I, p. 519, 574.
(*c*) Képler, *in ſtellam Martis*, Cap. VI, pag. 28.
(*d*) *Suprà*, Liv. I.

par des réfractions qu'on croyoit plus fortes, pour que la lune pût la couvrir. C'étoit auſſi par cette cauſe que, ſuivant la remarque de Tycho, la lune dans ſon plein avoit un diametre plus grand que lorſqu'elle eſt vue ſur le ſoleil qu'elle éclipſe. Toutes ces explications étoient fauſſes, Riccioli les réfute très-bien (*a*), mais Ptolémée les avoit réfutées quinze cens ans auparavant, en montrant que le diametre eſt raccourci & non augmenté par la réfraction (*b*). Le phénomène, qui forçoit de recourir à ces ſuppoſitions, étoit l'irradiation ou l'éparpillement de la lumiere. Képler avoit penſé juſte, en établiſſant que les objets lumineux ſont vus plus grands qu'ils ne ſont ſur un fond obſcur; les objets ſombres plus petits ſur un fond clair. il penſoit encore juſte en ſoupçonnant que l'image du ſoleil pouvoit être amplifiée par la réfraction des rayons dans l'atmoſphere lunaire (*c*) Louons cependant Longomontanus d'avoir ſuppoſé avec Képler, avec Tycho ſon maître, que les cometes ſont plus éloignées de nous que la lune. Riccioli qui le réfute ſi bien ailleurs, le combat encore ici, mais en retombant dans l'erreur ancienne (*d*). Louons ſur-tout Longomontanus d'avoir eu le courage d'abandonner Tycho ſur l'abſurdité de faire tourner tous les jours en vingt-quatre heures le ſoleil, accompagné de toutes les planetes, autour de notre petit globe. Cette déſertion d'un diſciple de Tycho ſur un point capital du ſyſtême, préſageoit la chûte de tout le reſte (*e*). Cet aſtronôme mourut en 1647.

§. V.

CEPENDANT en Allemagne on s'occupoit de conſerver &

(*a*) Ricc. Alm. T. I, p. 229, 323, 386.
(*b*) *Suprà*, T. I, p. 203.
(*c*) *Suprà*, Liv. I, p. 27.
(*d*) Riccioli Almag. T. II, p. 59.
(*e*) *Aſtron. Danic.* p. 161, 220.
M. de la Lande, *Aſtr.* art. 479, 480, 481.

de publier les obſervations de Tycho. Les manuſcrits avoient été livrés à Képler, qui s'en ſervit pour fonder les Tables Rudolphines. Lorſque ce travail fut fini, Albert Curtius (*a*), Bavarois, lui demanda ces manuſcrits pour les publier. Képler voulut les garder comme un gage de ce qui lui étoit dû. Après ſa mort, ſon fils Louis Képler envoya les originaux en Dannemarck; Curtius n'eut qu'une copie mal collationnée, où il s'eſt gliſſé, dit-on, beaucoup de fautes. Mais telle qu'elle eſt, en la faiſant imprimer en 1666, il a rendu un ſervice à l'aſtronomie; il n'y manque que les obſervations faites juſqu'en 1582, celles de 1593, & celles des cometes (*b*). Albert Curtius travailla ſur la théorie de la lune; il en explique la premiere inégalité comme Képler. Il eſt peut-être le premier qui ait rendu hommage à la loi de la proportionnalité des aires & des tems; mais il voulut trouver un centre d'uniformité, & il le plaça dans le ſecond foyer de l'ellipſe, tandis que la terre occupe l'autre (*c*).

§. VI.

Le P. Scheiner, Jéſuite (*d*), que nous avons aſſocié à Galilée pour la découverte des taches du ſoleil, s'eſt rendu recommandable par une obſervation aſſidue de ces taches; il en a fait plus de deux mille qu'il a publiées dans un ouvrage intitulé *Roſa Urſina*, du nom d'un duc des Urſins à qui il étoit dédié. La couleur de ces taches eſt d'un noir ſouvent foncé; quelquefois quand elles ſont moins ſombres, elles ont une teinte bleue; elles ont ſouvent une eſpece d'atmoſphere, qui eſt un

(*a*) Né en 1600, mort en 1671.

(*b*) M. de la Lande, *Aſtr.* art. 479, 480, 481.
Weidler, p. 456.

(*c*) Képler, *Tab. Rudol.* C. XXV, p. 79.

(*d*) Il étoit de Souabe, né en 1575, & il eſt mort en 1650. Il fut Jéſuite en 1595, & profeſſa les mathématiques à Ingolſtat.

peu

peu lumineuſe ; leur figure eſt irréguliere, variable dans l'étendue de leur trajet ſur le ſoleil. Tantôt on en voit quarante, cinquante à la fois, tantôt point du tout. On en a vu d'auſſi groſſes que la planete de Vénus ; d'autres avec l'apparence d'un volume auſſi conſidérable que celui de la Terre, qui paſſeroit ſur le Soleil. Leur durée eſt très-inégale : quelquefois elles diſparoiſſent avant de ſortir du diſque, ou elles y naiſſent ſubitement ; d'autres fois elles accompliſſent une, ou pluſieurs révolutions entieres. Scheiner revint à la ſaine opinion de Galilée, que ces apparences ne ſont point des aſtres, mais des taches adhérentes au ſoleil, ou du moins très-près de ſa ſuperficie. On aſſigna même le tems de ſa rotation d'environ vingt-ſept à vingt-huit jours. Pendant que Scheiner employoit ſes ſoins & ſes obſervations pour établir cette vérité, Maupertuis, Flamand, perſiſtoit à regarder ces taches comme des planetes qu'il appeloit *Sydera Auſtriaca*, du nom de la Maiſon d'autriche, & Tarde, chanoine de Sarlat, faiſoit le même honneur à la Maiſon de Bourbon, en les nommant *Borbonica Sydera* (*a*).

Le Pere Scheiner eſt le premier qui ait fait attention à la forme elliptique (*b*) que le ſoleil prend en approchant de l'horizon, ou du moins le premier qui en ait donné l'explication. Cet aſtre, lorſqu'il eſt près de ſe coucher, ou au moment qu'il vient de ſe lever, offre une image plus étendue en largeur qu'en hauteur ; il a preſque la forme d'un œuf placé horizontalement. Le P. Scheiner ne penſa point que le ſoleil fût élargi dans ce ſens, il y reconnut l'effet de la réfraction, qui en élevant davantage le bord inférieur, le rapproche du bord ſupérieur, & diminue la hauteur du diſque ſolaire. Ce phénomène

(*a*) Weidler, p. 458 & 623.
(*b*) Scheiner, *Sol ellipticus.* Riccioli, Almag. Tom. I, pag. 94.

dévoila l'effet de la réfraction que Ptolémée avoit prévu & annoncé. Scheiner obſerva le diametre du Soleil & de Vénus, mais il s'y trompa beaucoup, parce qu'il en meſura les images reçues ſur un papier blanc, images toujours entourées de pénombre; & d'ailleurs il n'en retrancha pas le diametre de l'ouverture, qui donnoit entrée aux rayons de lumiere (*a*).

Galilée, le P. Scheiner après lui, avoient remarqué que les ſatellites de Jupiter diſparoiſſoient & ſe remontroient deux fois dans leur cours & de deux manieres différentes. La premiere, lorſqu'étant au-delà de Jupiter, ils ſe cachoient derriere ſon diſque, & lorſque placés entre Jupiter & nous, ils entroient & paſſoient ſur le diſque de cette planete : les téleſcopes n'étoient pas aſſez forts pour diſtinguer leur lumiere confondue avec celle de la planete; ils diſparoiſſoient en entrant, & ſe remontroient en ſortant. Il eſt clair que les ſatellites, au milieu de ce trajet, ſe trouvoient dans la ligne menée du centre de la Terre à Jupiter. La ſeconde a lieu lorſque les ſatellites arrivent à l'ombre que cette groſſe planete projette derriere elle. Ils perdent la lumiere du Soleil; ils diſparoiſſent en entrant dans cette ombre, comme la Lune dans l'ombre de la Terre, & ſe remontrent lorſqu'ils en ſortent. Au milieu de ce trajet, ils ſont dans la ligne menée du centre du Soleil à Jupiter : l'angle de ces deux lignes eſt la parallaxe de l'orbe annuel; on ſait que cette parallaxe dépend de la diſtance de Jupiter au Soleil (*b*). Le P. Scheiner propoſa de déterminer cette diſtance par le moyen du tems écoulé entre le paſſage d'un ſatellite derriere le diſque & ſon paſſage dans l'ombre; ce tems fait connoître l'inclinaiſon des deux lignes, & par conſéquent la parallaxe. Mais les mouvemens de ces ſatellites n'étoient pas aſſez bien

(*a*) Ricc. Alm. T. I, p. 119 & 714. (*b*) *Suprà*, Tom. I, p. 359.

Digitized by Google

connus pour en tirer cet avantage ; on avoit au contraire grand beſoin de ſuppoſer cette parallaxe pour débrouiller leur théorie.

§. VII.

Le P. Antoine-Marie de Rheita ſe diſtingua par des opinions particulieres, & ne conſerva pas toujours la ſaine doctrine établie par les maîtres qui l'avoient précédé ; il ſe trompa lourdement ſur la diſtance du ſoleil & des étoiles à la terre (*a*). On voit cependant qu'il avoit la prétention d'ajouter aux explications des phénomènes. Il s'occupa des apparences de Saturne. les deux petits diſques, placés aux deux côtés du plus grand, lui parurent deux ſatellites, qui faiſoient leurs révolutions très-près de Saturne ; c'eſt pourquoi cette planete en eſt ſouvent accompagnée, & quelquefois auſſi ſe montre ſeule, lorſque les ſatellites ſont cachés derriere ſon diſque. Il dit qu'éloignée du Soleil, elle a beſoin d'un ſurcroît de chaleur & de lumiere ; c'eſt à quoi ſont deſtinés les ſatellites. Il voyoit d'ici que les habitans de cette planete avoient un jour brillant & preſque perpétuel. Les viciſſitudes des ſaiſons n'y dépendent point du Soleil, mais de ces ſatellites, & ſelon qu'ils préſentent à Saturne leurs faces plus ou moins éclairées, & plus ou moins propres à donner de la chaleur (*b*).

Il vit encore des planetes dans les taches du ſoleil ; leur mouvement lui ſembla un mouvement de révolution en vingt-ſept ou vingt-huit jours, qui ne dépendoit pas de cet aſtre. Ce n'eſt point qu'il niât la rotation du ſoleil, mais il la croyoit beaucoup plus longue, & auſſi longue que l'année même. Selon lui, nous ne voyons pas l'été & l'hiver la même face du

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 111 & 418.

(*b*) Rheita, *in radio ſyd. Miſt.* L. IV, c. 14. Riccioli, Tome I, p. 724.

ſoleil ; l'été il nous en préſente une plus lumineuſe & plus chaude, c'eſt la cauſe de la chaleur (*a*). Telle étoit la phyſique du tems, lorſqu'on étoit abandonné du génie. Il s'éleva cependant à l'idée que les planetes avoient un mouvement de rotation ſur leur axe ; mais ſi cette conjecture a été confirmée, elle n'eſt point due à un eſprit prophétique. Rheita parloit au haſard ; il ne faut point confondre les delires d'une imagination égarée, avec les apperçus d'un eſprit ſupérieur, qui prévient les découvertes.

Rheita aimoit à multiplier les planetes ; il annonça avec confiance, en 1642 qu'il avoit découvert cinq nouveaux ſatellites de Jupiter. Fontana, le P. Zupi crurent voir auſſi quelques-uns de ces ſatellites (*b*). Mais Gaſſendi réfuta le P. de Rheita ; il fit voir, ainſi qu'Hévélius (*c*), que ces aſtres étoient de petites étoiles que Jupiter avoit rencontrées dans ſon cours, & qui ſe trouvoient placées auprès de lui au moment de l'obſervation. En effet, depuis ce tems Jupiter ne nous a jamais montré que les quatre ſatellites découverts par Galilée. Il n'y eut pas juſqu'à Mars, à qui Rheita accorda libéralement des ſatellites (*d*). Nous lui avons cependant une obligation, c'eſt de s'être appliqué à l'optique, & de nous avoir rendu le téleſcope à deux verres convexes, inventé par Képler, & qui étoit preſque oublié. M. de Montucla remarque avec raiſon que le P. Scheiner eſt le premier, qui ait connu les avantages du téleſcope imaginé par Képler (*e*), & qui en ait fait mention. Mais nous penſons que les travaux du P. de Rheita ſur l'optique, ſur la maniere de tailler les verres & de les polir, ont contribué le plus à introduire l'uſage de ce nouveau téleſcope. C'eſt ce

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 99.
(*b*) *Ibid.* p. 489.
(*c*) Hevelius, *Selenographia*, p. 49.
(*d*) Weidler, p. 484.
(*e*) Scheiner, *Roſa Urſ.* p. 130 & ſuiv. Hiſt. des Math. T. II, p. 270.

qu'on peut conclure de l'opinion vulgaire qui en attribuoit l'invention à ce Pere. Il eſt réellement l'inventeur d'un autre téleſcope, celui qu'on appelle le *binocle*. Dans les lunettes ordinaires on ne ſe ſert que d'un œil, mais comme la nature nous en a donné deux, ſans doute pour mieux voir, pour avoir une ſenſation plus forte par deux impreſſions reçues, le P. de Rheita imagina d'aſſembler deux téleſcopes à côté l'un de l'autre, & de ſe ſervir de cet inſtrument pour regarder le même aſtre avec les deux yeux à la fois. L'objet alors paroît fort aggrandi & plus proche de nous. Ce n'eſt pas que ces deux téleſcopes égaux faſſent plus d'effets qu'un ſeul, il en réſulte ſeulement plus de clarté, & nous jugeons toujours les objets éclairés plus proches de nous. Cette augmentation de clarté ſeroit utile, ſi elle n'étoit pas plus que compenſée par l'incommodité de regarder & de ſuivre le même aſtre avec les deux yeux (*a*).

§. VIII.

Jean Bayer d'Ausbourg, eut dans ce ſiecle une idée plus ſimple, mais plus utile, qui introduiſit un uſage univerſel dans l'aſtronomie. Il publia une Uranométrie, ou deſcription des conſtellations, accompagnée de cartes; il y marque les étoiles de chaque conſtellation par une lettre greque. La mémoire n'eſt point chargée d'une multitude de noms, & chaque étoile a cependant un caractere qui la diſtingue, & par lequel on peut la déſigner. Les Juifs jadis avoient employé cette idée pour éviter les figures d'animaux défendues par la loi (*b*), & s'étoient ſervis des lettres de leur alphabeth.

Bayer a deſſiné ſur ſes cartes les figures des anciennes conſ-

(*a*) Les Italiens revendiquent l'invention du binocle en faveur de Galilée.

(*b*) Riccius, *de motu octavæ ſphæræ*, p. 42.

tellations ; il leur a laiſſé les noms tirés des fables greques, ou plutôt des fables anciennes conſervées & célébrées par les Grecs. Ces noms ſont conſacrés par les tems ; l'imagination eſt tellement accoutumée à les joindre aux choſes qu'ils repréſentent, qu'il ne nous ſeroit plus poſſible de les ſéparer.

Jules Schiller, de la même ville que Bayer, eut l'idée pieuſe de rendre le ciel chrétien, en y tranſportant des figures & des noms tirés de l'écriture ſainte ; il place les douze apôtres dans les douze ſignes du zodiaque, l'ancien teſtament dans l'hémiſphere méridional, & le nouveau dans l'hémiſphere ſeptentrional (*a*). Mais ce projet, qui n'avoit aucune utilité réelle, ne changea rien aux dénominations reçues : il fut cependant encore renouvelé plus de trente ans après en 1662 par Philippe Cœſius, Hollandois, qui vouloit que le Bélier du zodiaque fût celui qu'Abraham immola pour ſon fils Iſaac ; le Taureau, celui qui fut ſacrifié par Adam ; les Gemeaux, les deux enfans de Rebecca, Jacob & Eſau (*b*) &c. Ce ſecond projet eut le même ſort que le premier.

§. IX.

En Angleterre, Robert Fludd, préoccupé comme Képler de la perfection des rapports de la muſique, mais avec moins de génie que lui, s'efforçoit d'y trouver les diſtances mutuelles des planetes ; il ajoutoit à ces rêveries le tort de ranger les cometes au nombre des météores, & de s'oppoſer au mouvement de la terre, que ſon compatriote Gilbert, cité par Képler, avoit déjà défendu. Ces ouvrages de Robert Fludd parurent vers 1617 ; mais à cette date, ou du moins, en 1619, les progrès de la lumiere dans la grande Bretagne ſont marqués par la

(*a*) Weidler, p. 458. (*b*) *Ibid.* p. 506.

fondation de deux chaires de mathématiques dans l'Univerſité d'Oxfort ; ce fut le bienfait de Henri Saville (*a*). L'une de ces chaires eſt deſtinée à la géométrie, l'autre à l'aſtronomie. Elles ont été remplies par des hommes célebres ; & ſans parler des vivans, la géométrie & l'aſtronomie citent avec reconnoiſſance les noms de Henri Brigg, de Wallis, Bainbridge, Gréaves, Sethward, Chriſtophe Wren, & le fameux Halley.

§. X.

On étoit alors fort attentif à chercher le moment d'appercevoir les petites planetes de Vénus & Mercure ſur le diſque du Soleil. On attendoit encore cette confirmation du ſyſtême de Copernic & des anciens Egyptiens. Averroës avoit cru voir Mercure ſur le Soleil (*b*) ; Képler crut auſſi le voir à la vue ſimple, mais il reconnut depuis que ce ne pouvoit être qu'une tache. Dès qu'il eut achevé le travail des Tables Rudolphines, il s'empreſſa de calculer les momens de ces paſſages, & de les annoncer dans un écrit public, afin que les aſtronômes fuſſent attentifs à les obſerver. Il annonça un paſſage de Mercure pour le 7 Novembre 1631, & deux paſſages de Vénus, l'un pour la même année 1631, & le 6 Décembre, l'autre pour l'année 1761. Gaſſendi ſe prépara à obſerver Mercure ſur le Soleil ; il auroit voulu le chercher les deux jours qui précédoient le jour annoncé, mais le tems fut couvert. Le 7 Novembre le Soleil parut dans les nuages. Gaſſendi y apperçut quelque choſe de noir, mais cette apparence étoit trop petite pour qu'il pût croire que c'étoit Mercure ; on s'attendoit à le voir ſous un volume plus conſidérable. Gaſſendi penſa heureuſement qu'il ſeroit bon d'obſerver cette tache, & d'avoir ſa

(*a*) Wood, *Hiſt. univ. Oxonienſis*, p. 324. (*b*) *Suprà*, Tom. I, p. 241.

poſition, pour qu'elle ſervît à déterminer le mouvement de Mercure; il y revint, la tache avoit changé de lieu plus ſenſiblement que les taches n'ont coutume de le faire. Il meſura ſa diſtance au centre du ſoleil; il la meſura pluſieurs fois, & elle augmentoit ſi rapidement, qu'il fut forcé, malgré ſes doutes, de croire à Mercure qu'il voyoit ſur le Soleil; mais alors la planete étoit près du bord, & ſa ſortie fut le ſeul phénomène qu'il pût obſerver avec ſoin & avec deſſein. Gaſſendi eut une grande joie d'avoir fait cette premiere obſervation d'un phénomène inconnu à l'antiquité, & faiſant alluſion à la pierre philoſophale, *j'ai vu*, dit-il, *ce que les ſages*, c'eſt-à-dire, les alchimiſtes, *cherchent avec tant d'ardeur, j'ai vu Mercure dans le Soleil* (*a*). Cyſatus & Quietanus virent ce paſſage à Inſpruck & à Ruffac; mais l'obſervation de Gaſſendi eſt la ſeule dont on ait tiré des conſéquences aſtronomiques (*b*). On ne parle point de Képler, qui y avoit un ſi grand intérêt; il étoit malade & près de la mort.

§. XI.

Le paſſage de Vénus, attendu le 6 Décembre, manqua. Gaſſendi y fut très-attentif; il ſuivit le Soleil les jours précédens & ſuivans: Vénus ſe déroba aux regards curieux qui la cherchoient. On croit aujourd'hui qu'elle a paſſé pendant la nuit, & lorſque le Soleil étoit dans l'autre hémiſphere. Ces déterminations ſont fondées ſur des quantités trop délicates pour les meilleurs Tables de ce tems; il n'eſt pas étonnant qu'on manquât l'heure préciſe. Képler n'en eut pas le chagrin, il étoit mort quelques jours auparavant. Ce paſſage étoit donc encore deſiré. Un jeune Anglois, nommé Horrox, eſt

(*a*) Gaſſendi, *Mercurius in ſole viſus.* (*b*) M. de la Lande, *Aſtr.* art. 2006.

le

le premier homme qui ait joui de ce ſpectacle; ce bonheur, qui a rendu ſon nom célebre, ne fut point l'effet du haſard, mais le fruit de ſes connoiſſances & de ſon aſſiduité à l'obſervation. Né en 1619 d'une famille peu avantagée de la fortune, il fit les études ordinaires, & ſe livra à l'aſtronomie dès l'année 1633; revenu dans une campagne que ſon pere avoit près de Liverpool, ville de la province de Lancaſtre, il s'y trouva deſtitué de livres, de maîtres & d'émules: il n'y fut guidé & ſoutenu que par l'amour de l'étude. Mais cet amour lui inſpira des efforts incroyables pour vaincre les difficultés & ſuppléer à ce qui lui manquoit. Le haſard lui procura en 1636 un compagnon de travail, c'étoit Crabtrée, devenu célebre par l'amitié d'Horrox. Cependant leurs habitations étoient ſéparées, ils ne pouvoient s'aider & ſe conſoler que par leurs lettres; mais elles procuroient toujours un double examen des difficultés, & un commerce de lumieres. Horrox, ſans expérience, avoit perdu ſes premieres années ſur les Tables de Lansberg, que leur titre magnifique lui avoit fait préférer aux Tables de Képler & de Tycho. Crabtrée l'avertit de ſe défier de ces Tables; cependant ce ſont ces mauvaiſes Tables mêmes qui ont procuré à Horrox l'avantage d'une obſervation nouvelle. Les Tables Rudolphines n'indiquoient point de paſſage de Vénus en 1639, parce qu'elles avoient une erreur qui éloignoit Vénus du Soleil. Les Tables de Lansberg avoient une erreur double, mais cette erreur, dans un ſens oppoſé, rapprochoit la planete & la plaçoit ſur le Soleil, où on vouloit la voir. Horrox avertit ſon ami Crabtrée du phénomène que les Tables de Lansberg annonçoient. Tous deux ſe préparerent à l'obſerver, & tous deux eurent le 4 Décembre 1639, chacun de leur côté, la ſatisfaction de voir Vénus ſur le Soleil pendant une demi-heure, avant le coucher de cet aſtre. Les deux amis

jouirent donc ſeuls dans le monde d'un ſpectacle que les hommes n'avoient jamais vu. Horrox, qui l'avoit prévu, étoit digne de ce bonheur; il en reſſentit une joie inexprimable. Il célebre les faveurs de Vénus, l'union de cette déeſſe avec le Soleil, par des vers, par une proſe ornée de toutes les figures que la fable put lui fournir, & ſur-tout animée du mouvement de ſon ame (*a*).

§. XII.

L'AUTEUR, à qui Horrox avoit tant d'obligations, Philippe Lansberg, étoit un mathématicien Flamand, qui avoit publié en 1632 ces Tables dont il vantoit l'accord avec les obſervations; elles étoient remplies d'erreurs qu'Horrox & Holward ont fait connoître (*b*). Il n'a de vraiment recommandable que d'avoir été le partiſan de Copernic, & d'avoir écrit pour démontrer le mouvement de la terre (*c*). Mais Horrox eut non ſeulement un aſſez bon eſprit pour goûter cette opinion encore combattue; il fit plus, il étudia les nouvelle découvertes de Képler, & il eſt un des premiers qui ait rendu hommage à ſes grandes vérités. Il adopta la route elliptique dès qu'il la connut; Newton (*d*) lui fait honneur d'avoir appliqué cette vraie forme des orbes planétaires à celui que la lune décrit autour de nous (*e*). Les hommes de génie ſe font connoître, ou en produiſant des idées nouvelles, ou en ſaiſiſſant l'évidence de celles qui ont été produites, & qui ſont encore balancées par les eſprits incertains. Horrox contribua même

(*a*) *V.* ſa diſſertation, *Venus in Sole viſa.*

(*b*) Weidler, p. 463.

(*c*) Lansberg étoit né à Gand en 1560, & eſt mort en 1632.

(*d*) *Principia mathem.* Lib. III, Prop. XXXV, ſchol.

(*e*) Il paroît cependant qu'Albert Curtius eſt le premier; Képler lui en rend témoignage dans les Tables Rudolphines, Chapitre XXV, Prec. 79, & ces Tables furent imprimées en 1627. Képler mourut en 1631.

Digitized by Google

aux progrès de la ſcience, en imaginant, ſinon une vérité, du moins une hypothèſe ingénieuſe, qui ſimplifia l'explication des mouvemens céleſtes. Les trois équations de la lune étoient embarraſſantes. Cette petite planete eſt plus irréguliere que les plus groſſes : c'eſt qu'elle eſt ſous nos yeux : les aſtres ſont comme les hommes ; quand on les voit de près, leurs fautes ſont mieux connues, & leurs défauts frappent davantage. Képler avoit eu une idée heureuſe, en ſoupçonnant que les irrégularités de la lune naiſſoient de l'action du ſoleil ſur elle : mais cette idée iſolée étoit difficile à ſaiſir par ſa hauteur, elle devenoit hors d'uſage, parce qu'elle manquoit de fondemens ſolides ; elle n'indiquoit pas la loi que ces inégalités devoient ſuivre dans leur croiſſance. Képler, il eſt vrai, avoit donné très-heureuſement la vraie meſure de la troiſieme équation, découverte par Tycho (*a*). La premiere étoit due à la forme elliptique & à l'excentricité de l'orbe de la lune ; mais la ſeconde équation que Ptolémée avoit reconnue, paroiſſoit dépendre auſſi de cette excentricité, puiſqu'elle ſembloit n'avoir d'autre effet que d'aggrandir la premiere dans les quadratures. Quoiqu'une partie de la premiere inégalité ſoit réelle, la plus grande partie naît de ce que la terre eſt éloignée du centre de l'ellipſe que décrit la lune. Horrox vit qu'Arzachel avoit rendu variable l'excentricité du ſoleil, & que Copernic avoit reſpecté & conſervé cette variation, détruite depuis par Képler ; il penſa que cette cauſe pouvoit expliquer la ſeconde équation de la lune, & il y vit un changement périodique de l'excentricité. Malgré le mouvement de la terre autour du ſoleil, l'orbe de la lune la ſuit, la terre eſt réellement immobile au foyer de cette orbe, l'excentricité ne peut donc augmenter,

(*a*) Il a dit qu'elle eſt proportionnelle au ſinus du double de la diſtance de la lune au ſoleil ; ce qui eſt vrai. *Epitom. Aſtron. Coper.* p. 812.

ſans que le centre de l'ellipſe ne s'éloigne. C'eſt ce qu'Horrox imagina ; il ſuppoſe que ce centre décrit un petit cercle, & peut ſe trouver à l'égard de la terre dans une infinité de diſtances toutes compriſes entre une plus grande & une plus petite, & qui produiſent chacune une excentricité différente. La plus petite produit la premiere inégalité obſervée par Hypparque dans le tems des éclipſes (*a*) ; la plus grande donne cette premiere équation, augmentée de la ſeconde que Ptolémée reconnut particuliérement dans les quadratures (*b*). Horrox lia ces deux inégalités comme elles le ſont dans la nature, & cette hypothèſe ingénieuſe a mérité d'être conſervée dans les Tables que Halley publia même après les grandes découvertes de Newton.

Cet Horrox, célebre par ſon obſervation, étoit inconnu à ſes compatriotes. Riccioli, qui écrivit dix ans après ſa mort, ne parle pas de lui dans ſon grand ouvrage de l'Almageſte : ſon obſervation du paſſage de Vénus fut publiée par Hévélius ; c'eſt à Flamſteed & à Wallis qu'on a dû l'avantage de connoître les autres écrits d'Horrox, plus de trente ans après ſa mort (*c*). Mais auſſi la nature ne lui donna pas le tems de ſe développer, ni de ſe montrer ; il vécut dans le ſilence de l'étude & dans l'obſcurité de la retraite ; il ſemble n'avoir paru ſur la terre que pour voir le paſſage de Vénus. Un homme, qui à l'âge de vingt-deux ans avoit déjà ſaiſi toutes les idées ſaines & vraies de l'aſtronomie phyſique, qui s'eſt diſtingué ſi jeune par une invention ingénieuſe, auroit fait un grand chemin dans la carriere du génie ; la mort l'arrêta le 14 Janvier 1641. Son ami Crabtrée périt à peu près dans le même tems ;

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 96, 97.
(*b*) *Ibid.* p. 173.
(*c*) Tranſactions philoſoph. année 1675. N°. 126.

tous deux, victimes des querelles du pouvoir & de la liberté, & moiſſonnés dans leur fleur par les guerres civiles, qui ſont le fléau des arts & des ſciences, comme de l'humanité.

§. XIII.

Nous devons citer encore en Angleterre Wilkins (*a*), qui en 1660 défendit le ſyſtême de Copernic, Jean Newton, qui dreſſa des Tables fondées ſur le mouvement de la terre. Les tems approchent, où les partiſans de cette opinion ſeront en aſſez grand nombre pour que nous ne citions plus que leurs adverſaires. Après avoir ſuivi les progrès lents, mais sûrs, de la vérité, il ſera bon de voir comment & combien de tems l'erreur & l'ignorance ſe défendent. Shakerlœus ſe rendit alors célebre par une entrepriſe extraordinaire & courageuſe. Il eſt peut-être le premier des modernes, qui ait entrepris un long voyage pour l'avantage des ſciences. Inſtruit des principes de l'aſtronomie, il avoit trouvé par un calcul fait avec un grand ſoin, que Mercure devoit paſſer ſur le Soleil le 3 Novembre 1651. Mais ce ſpectacle, qui devoit arriver pendant la nuit & le ſommeil de l'Europe, étoit réſervé pour l'Aſie. Shakerlœus, enflammé par le deſir de le voir, ne craignit point de traverſer les mers; il ſe rendit exprès à Surate, & fut récompenſé par la ſérénité du ciel, qui lui laiſſa la ſatisfaction de faire l'obſervation qu'il avoit prévue. Ainſi la cupidité des richeſſes n'eſt pas la ſeule paſſion, qui faſſe affronter les dangers de l'onde & des nouveaux climats. L'acquiſition des vérités, le gain des ſciences a donc auſſi ſon appât, ſes proſelytes & ſes martyrs. Shakerlœus laiſſa la vie dans la Perſe; heureuſement qu'avant

(*a*) Jean Wilkins né en 1614, mort en 1672. Jean Newton né en 1622, mort en 1672. Weeidler, p. 498 & 503.

de mourir, il avoit envoyé en Europe le détail de ſon obſervation, & l'exemple comme le ſuccès de ſon courage.

§. XIV.

Dans le même tems nous trouvons en Hollande un aſtronôme qui eut quelque réputation, & qui a bien mérité de l'aſtronomie, c'eſt Godefroi Vendelinus. Il obſerva beaucoup, mais particulierement la lune; on a un grand nombre d'éclipſes obſervées par lui (*a*). Nous ferons précéder ſes louanges par ſes erreurs. Le premier reproche qu'on peut lui faire, eſt d'avoir voulu établir que les jours de vingt-quatre heures étoient égaux (*b*), malgré l'inégalité de la marche du ſoleil, dont le mouvement les meſure. Cette inégalité des jours reconnue par Hypparque, trouvoit encore des contradicteurs. De plus, on peut lui reprocher qu'après avoir tant étudié la lune, il ne lui fit point parcourir l'ellipſe de Képler. Il oſe lui donner un cercle, mais ſans épicycle, & il explique ſes inégalités d'une maniere qui eût été trouvée ingénieuſe, ſi elle avoit paru plutôt. Il applique ici le balancement oſcillatoire des pendules, découvert par Galilée. Au lieu de faire mouvoir la lune dans un petit cercle épicycle, comme les anciens autour d'un point qui ſe meut uniformément lui-même autour de nous; il ſuppoſe qu'elle ne fait que ſe balancer dans l'eſpace autour de ce point, préciſément comme un pendule oſcille à l'égard de la ligne verticale; par des excurſions égales des deux côtés, la lune montre des inégalités ſemblables, qui tantôt accélerent & tantôt retardent ſon moyen mouvement (*c*). Cette hypothèſe n'eſt au reſte qu'une preuve d'attachement aux

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 251, 375 & ſuiv.

(*b*) *Ibid.* p. 279.

(*c*) *Ibid.* p. 272.

anciennes idées, & un dernier effort pour les conſerver. Cependant il connoiſſoit aſſez les découvertes de Képler pour avoir reconnu le premier que les ſatellites de Jupiter obſervoient ſa loi nouvelle, que les tems périodiques ſont comme la racine quarrée du cube des diametres des orbites. Képler ne put faire lui-même cette application; de ſon tems les révolutions des ſatellites n'étoient pas aſſez bien connues. Ce fut Peireſc, qui le premier fit connoître à peu près ces révolutions. Il faut obſerver que la loi de Képler n'a lieu que pour les corps qui circulent autour du même centre. La lune ne peut ſe comparer à cet égard aux autres planetes; les ſatellites de Jupiter ne peuvent ſe comparer qu'entr'eux. Vendelinus ayant fait cette comparaiſon, trouva que la racine quarrée du cube des diametres de leurs orbes, ou la racine quarrée du cube de leur diſtance à Jupiter, étoit préciſément comme le tems de leur révolution autour de lui (*a*). C'étoit une grande confirmation de la vérité établie par Képler. Quoiqu'elle eût pour preuves les ſix planetes, qui enveloppent le ſoleil par leurs cours, la maniere de l'établir pouvoit laiſſer quelque doute. Les philoſophes ſeuls auroient ſenti que cette conformité de rapports dans ſix différens orbes n'étoit point l'effet du haſard, mais la ſuite d'un deſſein & d'une regle, qui ont conduit le grand ouvrage de l'univers. Tous les hommes, pour qui le haſard eſt quelque choſe, ne voyent pas comme les philoſophes. On auroit pu dire à Képler, vous avez eſſayé une infinité de rapports, vous en avez trouvé un, qui peut s'appliquer à ces ſix corps, mais s'il y en avoit davantage, votre regle ſeroit en défaut. Galilée a augmenté le nombre des corps céleſtes pour glorifier Képler. Il n'y a point ici de haſard à

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 492.

craindre ; Képler ne connoiſſoit pas le mouvement des aſtres, qui viennent de manifeſter la vérité de ſa loi. C'eſt une partie de la nature, qui ſe dévoile tout à coup pour juſtifier par la vraiſemblance le plan d'une autre partie, tracé par un grand homme.

§. XV.

Vendelinus mérite d'être cité comme ayant établi d'une maniere formelle la variation de l'obliquité de l'écliptique, par la comparaiſon des obſervations modernes aux anciennes. Il fait cette variation d'un degré dans une période de 9840 ans, la plus grande de 24 degrés & demi, la plus petite, c'étoit celle de ſon tems, de 23 degrés & demi. Ces concluſions étoient trop précipitées. Nous ſommes encore loin aujourd'hui de connoître ni la quantité de la variation, ni la période. Mais on revint de ces écarts, & l'opinion qui renaît tant de fois ſur la terre, qui paſſe d'Eudoxe aux Arabes (*a*), des Arabes à Copernic, à Képler, à Vendelinus, eſt la vérité que le tems laiſſe parmi nous, parce qu'elle eſt éternelle.

Ce qui doit faire le plus d'honneur à Vendelinus, c'eſt ſa détermination de la parallaxe du ſoleil. Le Landgrave avoit regardé cette parallaxe comme inacceſſible par ſa petiteſſe (*b*); on ne pouvoit la déterminer ſur les inſtrumens, du moins par l'obſervation directe de ſes effets. Mais comme tout eſt lié dans l'univers, il eſt quelquefois des effets éloignés, plus faciles à ſaiſir, & d'où l'on peut remonter juſqu'à la cauſe. Nous l'avons dit, la parallaxe du ſoleil dépend de ſa diſtance (*c*). L'aſtronomie n'avoit pas fait un pas vers cette diſtance depuis

(*a*) Hiſt. Aſtron. anc. p. 142. *Suprà*, Tom. I, p. 218.
(*b*) *Ibid.* p. 374.
(*c*) *Ibid.* p. 97.

Ariſtarque

Ariſtarque ; ſon obſervation ingénieuſe avoit donné lieu à Hypparque & à Ptolémée d'établir la diſtance du ſoleil de 1210 demi diametres de la terre, avec une parallaxe de 3 minutes. Les Arabes, Tycho, ni Képler n'avoient rien changé à ces déterminations. Si Képler ſuppoſe quelquefois, & dans ſes Tables Rudolphines (*a*) une diſtance de 3438 de ces demi-diametres, & une parallaxe d'une minute, il y a apparence qu'il s'étoit décidé plutôt ſur des conjectures que ſur des obſervations. Mais ſi l'aſtronomie phyſique peut avancer par des conjectures, la connoiſſance réelle des grandeurs ne s'enrichit que des meſures & des méthodes exactes. Vendelinus reprit la méthode d'Ariſtarque ; la perfection des nouveaux inſtrumens, l'avantage du téleſcope, la rendoient infiniment meilleure, & plus capable d'approcher de la vérité. Il faut rendre à Képler la juſtice d'avoir indiqué en 1618 cette méthode aux aſtronômes obſervateurs (*b*). Quant à lui, ſon génie ne le portoit qu'à la contemplation.

Vendelinus avoit conſidéré avec ſoin les taches de la lune, il avoit déterminé celles qui ſe trouvent dans le diametre, & qui ſéparent le demi-diſque éclairé du demi-diſque obſcur, lorſque la lune eſt dichotome, ou dans le premier & le troiſieme quartier. Cela eſt utile pour déterminer le tems où la lune arrive à cette phaſe, il ſuffit alors de marquer l'inſtant où ces taches ſont éclairées. Le téleſcope étoit ici d'un grand ſecours. Vendelinus a ſur Ariſtarque tout l'avantage de cet inſtrument ſur la vue ſimple. Ariſtarque, en obſervant dans cet inſtant, avoit trouvé de 87° (*c*) l'angle vu de la terre entre les centres du ſoleil & de la lune. En combinant les obſervations de cette

(*a*) Tables Rudolphines, prec. 141, pag. 98.

(*b*) M. de la Lande, *Aſtron.* art. 1712.

(*c*) *Suprà*, Tom. I, p. 17.

phaſe, faites le matin, avec celles qui avoient été faites le ſoir, en faiſant attention que les premieres pouvoient être retardées, & les autres avancées par la lumiere réfractée dans l'atmoſphere de la lune, d'où naît un crépuſcule qui étend les limites du jour de cette planete Vendelinus trouva cet angle de 89° 45′ ; il en dût conclure que le ſoleil étoit 229 fois plus éloigné de nous que la lune ; il a donc aggrandi nos idées ſur l'eſpace, il a plus reculé le ſoleil que tous les aſtronômes venus depuis Ariſtarque. Cette détermination donne la diſtance du ſoleil de 13752 demi-diametres, en ſuppoſant que la diſtance de la lune en contienne 60. La parallaxe du ſoleil ſe trouve de 15″. Riccioli, qui fit la même obſervation, ne trouve l'angle de la lune dichotome que de 89° 30′, & la parallaxe du ſoleil de 28 à 30″ (*a*). Nous ne pouvons apprécier l'adreſſe des deux obſervateurs, ni juger leurs obſervations, mais les réſultats nous éclairent, en les comparant aux nôtres. Nous ſommes bien sûrs que la parallaxe du ſoleil eſt au-deſſous de 15″ ; & comme dans les choſes des ſciences nous ne croyons ni à la divination, ni même au haſard, nous pouvons dire que celui-là fit mieux, qui approcha le plus de la vérité. On ne dit point ni en quel tems Vendelinus eſt né, ni en quel tems il eſt mort, mais il eſt conſtant, par la date de ſes ouvrages, qu'il a fleuri depuis 1626 juſqu'en 1643 (*b*).

§. XVI.

La Hollande avoit encore Snellius, Blaeu, Hortenſius. Snellius eut de grandes connoiſſances dans les mathématiques. Il a écrit ſur la comete de 1618 ; il mourut jeune (*c*). On dit

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, pag. 109.

(*b*) Weidler, p. 457.

(*c*) En 1626.

que ſes compatriotes ne faiſoient pas de lui le cas qu'il méritoit (*a*). Mais Bouillaud lui rend juſtice ; il lui reconnoît de la profondeur, de la ſagacité dans les recherches, de l'adreſſe pour réſoudre les problêmes, & il ne doute point qu'il n'eût été loin dans l'aſtronomie, ſi ſa carriere n'eût été trop tôt bornée (*b*). Il eſt particuliérement célebre par ſa meſure de la terre dont nous parlerons ailleurs (*c*). Janſonius Blaeu, géographe, eut de la célébrité par ſes globes & par ſes ſpheres, où il repréſenta la diſpoſition des planetes dans le ſyſtême de Copernic ; & cette profeſſion de la vérité eſt d'autant plus remarquable qu'il avoit été diſciple de Tycho, & quelquefois le compagnon de ſes obſervations. Il a encore mieux mérité de l'aſtronomie par une meſure de la terre, qui a été peu connue (*d*). Hortenſius de Delft (*e*), fut un aſtronôme Hollandois, qui devint le partiſan du mouvement de la terre. Il eſt le premier qui ait déterminé avec quelque ſuccès le diametre des petites planetes. Nous dirons un mot de ſa méthode, dont l'eſprit doit mener à d'autres méthodes.

Hortenſius voulut connoître quelle étoit la petite étendue du ciel qu'il appercevoit par l'ouverture de ſon téleſcope ; il chercha deux étoiles dont la diſtance, égale à cette ouverture, eût été meſurée par Tycho, & s'aſſura que le diametre de ſon téleſcope occupoit un eſpace de 42′. Enſuite dans les Hyades, qui ſont des étoiles fort ſerrées, fort près les unes des autres ſur le front du Taureau, il en choiſit deux dont la diſtance étoit aſſez préciſément la huitieme partie de cet intervalle ; elles étoient donc éloignées de $5' \frac{1}{4}$. Il y compara le diametre de Jupiter, qui ne faiſoit que la cinquieme partie de ce nouveau

(*a*) Weidler, p. 448.
(*b*) Aſtron. philol. p. 17.
(*c*) *Infrà*, Liv. IX §. 4.
(*d*) *Ibid.* note du §. 7. Blaeu floriſſoit vers l'an 1630.
(*e*) Né en 1605, mort en 1644.

module ; ainſi ce diametre étoit environ d'une minute, il le trouva de la même quantité par une autre expérience. Ce fut en recevant l'image de cette planete ſur un papier blanc, placé au foyer de la lunette, & en la comparant avec l'image du Soleil reçue précédemment ſur le même papier. Il y traça le diametre de l'image, la grandeur de Jupiter, & cela lui procura le moyen de meſurer les autres planetes ; il reçut ſur le même papier l'image de Vénus, qu'il put comparer avec le deſſein de Jupiter pris ſur cette planete même & d'après nature. Cette comparaiſon lui donna la grandeur de Vénus ; enſuite lorſque Mercure ſe trouva près d'elle, il les compara directement enſemble. Quant à Mars, il le ſaiſit lorſqu'il étoit près de la lune ; il eſtima combien de fois la diſtance de Mars au bord éclairé étoit contenue dans le diametre de la lune, puis le rapport du diametre de Mars à cette diſtance. Il obſerva Saturne, à peu près de même, & c'eſt ainſi qu'il établit que les diametres de Vénus & de Mercure étoient de 15″, & de 10″ lorſqu'ils ſont le plus éloignés de la Terre ; Mars de 36″, & Saturne de 40″, lorſqu'ils ſont le plus près de nous. Quelques-uns de ces diametres ne s'écartent pas beaucoup de la vérité. Lorſqu'il voulut paſſer aux changemens qu'ils éprouvent, en proportion des diſtances différentes à la terre, il ſe trompa, parce qu'il ſe ſervit des Tables de ſon compatriote Lansberg, qui étoient défectueuſes. Mais ces déterminations, faites avant l'invention des inſtrumens propres à les rendre exactes, étoient alors difficiles. Les moyens d'Hortenſius ſont ingénieux, & ſes meſures prouvent qu'il obſervoit avec ſoin & avec adreſſe.

§. XVII.

En Italie nous trouvons, du vivant même de Galilée,

Cavalieri (*a*), géometre juſtement célebre par la méthode des indiviſibles, qui eſt le premier degré des grands progrès de la géométrie : il donna des leçons d'aſtronomie ; il compoſa même ſur les Tables de Lansberg une machine de carton, qu'il appelle roue planétaire, pour trouver les poſitions des planetes ſans calcul (*b*). Reinieri fut du même tems, Reinieri, à qui Galilée ſon maître, privé de la vue, avoit laiſſé le ſoin de continuer les obſervations des ſatellites de Jupiter, & de dreſſer des Tables de leurs mouvemens pour fonder la méthode des longitudes. Il publia en 1639 les Tables des planetes, ſous le nom de Tables Médicées ; mais il n'eſt point queſtion des ſatellites ; il travailla long-tems à leur théorie. Enfin, ſuivant le témoignage du P. Riccioli ſon ami (*c*), il étoit en 1647 en état de donner la ſuite de ces mouvemens jour par jour ; les Tables étoient prêtes à imprimer, lorſqu'il mourut tout à coup. La ſcience fut privée du fruit de ſon travail, & l'Italie perdit trois grands hommes en deux mois, Cavalieri, Reinieri, & Toricelli.

Cependant elle fit encore une découverte dans le ciel, à la ſuite des découvertes de Galilée. Jupiter, qui s'étoit montré dans les téleſcopes ſous l'apparence d'un diſque, comme la Lune, laiſſa voir encore une reſſemblance avec cette planete ; il a des taches comme elle, c'eſt ce qu'on appelle les bandes de Jupiter : mais ces taches ne ſont point ſemées ſur le diſque ; ce ſont réellement des bandes obſcures & lumineuſes, qui entourent le diſque de Jupiter comme une ceinture. Il paroît que ce fut le P. Zucchi qui les découvrit le 17 Mai 1630 (*d*).

(*a*) Mort en 1647.

(*b*) Riccioli Almag., Tom. I, p. 505. Hiſtoire des mathématiques, Tom. II, pag. 25.

(*c*) Riccioli, Almag. p 489.

(*d*) C'eſt du moins la plus ancienne obſervation citée par Riccioli, Almag. T. I, p. 487.

vaſte lecture, & qui a rendu les mêmes ſervices à la géographie & à la chronologie qu'à l'aſtronomie. Ces ſervices ſont les mêmes que ceux qui lui ont été rendus jadis par Ptolémée. Emule de l'aſtronôme Egyptien dans ſon *nouvel Almageſte*, le P. Riccioli a raſſemblé toutes les obſervations connues, les méthodes, les déterminations, les opinions, les explications phyſiques des phénomènes. Tout y eſt démontré, ou combattu; l'antiquité eſt à côté des tems modernes : c'eſt le dépôt des vérités & des erreurs de l'eſprit humain, c'eſt le dénombrement, le produit de ſes œuvres, & une ſcience déjà vaſte, qui eſt réunie en maſſe pour l'expoſer aux yeux des lecteurs. Cet énorme recueil fut regardé dès ſon origine comme un tréſor; il l'eſt encore aujourd'hui, quoique la ſcience ait doublé ſes progrès & nos connoiſſances. Tout aſtronôme doit le parcourir & l'étudier. Riccioli n'étoit pas un homme de génie; il l'a bien prouvé en dépréciant par un coup d'œil faux les grandes découvertes de Képler, en rejetant & en combattant le ſyſtême de Copernic; mais il s'étoit enveloppé des préjugés de ſon tems & de ſon pays. S'il n'a pas atteint la hauteur de Képler & de Galilée, il a remplacé des qualités ſublimes par des qualités utiles; il a eu le courage de tout lire, de tout connoître, de tout embraſſer pour tout montrer; & en préſentant un tableau complet de l'aſtronomie, il a mis les hommes à portée de s'inſtruire, de choiſir mieux que lui, & de le juger lui-même.

§. XIX.

Son *Aſtronomie réformée* eſt le choix qu'il a fait dans cet amas de ſyſtêmes & d'opinions ſemés dans le cours des ſiecles; c'eſt l'édifice élevé par lui, dont le premier ouvrage contient les matériaux. Mais l'édifice, placé ſur une baſe peu ſolide,

fondé ſur de mauvais ſyſtêmes, s'eſt écroulé, il n'a plus de valeur que par ſes débris, qui ſont utiles à d'autres conſtructions. Cet ouvrage mérite en effet d'être conſulté pour un grand nombre d'obſervations qui y ſont conſervées. Riccioli, aidé du P. Grimaldi, religieux de ſon ordre, a fait lui-même beaucoup de ces obſervations. Ils ont dreſſé un catalogue des étoiles, plus ample que celui de Tycho, mais auquel il ne paroît pas que les aſtronômes ayent eu la même confiance. Le P. Riccioli eſt un de ceux qui ont tenté de meſurer la terre, il a même une méthode à lui, mais moins bonne que celle des anciens que nous avons renouvelée (*a*). Le P. Grimaldi, qui l'aida dans ſes travaux, eſt célebre par une découverte phyſique, c'eſt celle du phénomène qu'il appela la diffraction de la lumiere (*b*). Ce préſent du ſoleil & des aſtres, qui eſt ſi néceſſaire à la vie & à la jouiſſance de la nature, nous eſt envoyé par elle, en ſuivant le chemin le plus court, le chemin de la ligne droite; elle eſt cependant détournée à la rencontre des corps qui la repouſſent. Ce changement nommé *réflexion*, nous eſt utile; ſans lui nous n'appercevrions pas les corps. La lumiere, nous l'avons dit (*c*), eſt encore détournée en paſſant d'un milieu dans un autre; la réfraction nous amene des rayons qui n'étoient pas deſtinés pour nous, elle allonge le jour, elle rend la vue plus diſtincte, & l'organe plus puiſſant, en dirigeant, en uniſſant plus de faiſceaux ſur un même point de l'œil. La nature ne s'écarte donc de ſes loix primitives que pour les bienfaits. Le P. Grimaldi reconnut un nouveau détour de la lumiere. Lorſqu'elle raſe les corps, ſa route change, elle s'infléchit pour s'approcher d'eux; les ombres de ces corps

(*a*) *Infrà*, Liv. IX, §. 3.
(*b*) Grimaldi, *de lumine, color, & iride.*
(*c*) Hiſtoire de l'Aſtron. mod. Tom. I, p. 100.

ainſi

ainſi que les images lumineuſes, reçues par un trou dans une chambre obſcure, ſont aggrandies : lorſque la lumiere eſt vive, les couleurs de l'arc en ciel ſe produiſent à côté des corps, & les entourent d'une couronne. Ce phénomène, auquel nous avons donné depuis le nom d'*inflexion* des rayons, n'a pas encore une cauſe bien connue ; il a offert un ſujet de recherches à Newton, à M. de Mairan (*a*). Mais ce fait de la nature, que le P. Grimaldi a été heureux de découvrir, attendra, comme ont fait tant d'autres, que le tems ait amené de nouveaux faits, pour l'expliquer & en développer le mécaniſme.

§. XX.

En France l'aſtronomie germa plus tard, & n'en a pas moins produit de fruits lorſque la ſaiſon eſt arrivée. Nous ne citerons point Viete pour une période luniſolaire de 3400 ans qu'il propoſoit au Pape Clément VII, & qu'il deſiroit qu'on employât dans le calendrier ; Viete fut réfuté par Clavius, & ſa période eſt tombée dans l'oubli. Mais nous devons citer, du moins pour l'érudition aſtronomique, le P. Petau, Jéſuite (*b*), habile chronologiſte & excellent critique ; l'aſtronomie lui a l'obligation d'avoir recueilli & traduit pluſieurs auteurs grecs, Achilles Tatius, Geminus, Hypparque, &c. Il étoit bon calculateur, & il a compoſé des diſſertations utiles ſur différens points de l'aſtronomie ancienne, tels que les levers & les couchers des étoiles, la rétrogradation des points équinoxiaux, & les lieux des ſolſtices. Mais le premier qui mérita réellement par ſes efforts, c'eſt Peyreſc, conſeiller au Parlement d'Aix.

(*a*) Newton, Traité d'optique. M. de Mairan, Mém. Acad. Scien. 1738.

(*b*) Né à Orléans en 1583, mort à Paris en 1652.

Peyreſc fut le protecteur, ou plutôt l'ami de Gaſſendi, à qui la nature avoit donné du génie, & le ſort peu de fortune. Gaſſendi lui a rendu ſes bienfaits, & l'a illuſtré en écrivant ſa vie. Peyreſc (*a*) n'eût pas plutôt entendu parler des découvertes de Galilée & des avantages du téleſcope, qu'il s'empreſſa de ſe procurer cet inſtrument précieux, il le tourna vers le ciel, & jouit du même ſpectacle que Galilée, en voyant les ſatellites de Jupiter. Mais lorſque la curioſité des autres hommes eût été ſatisfaite, celle de Peyreſc ne le fut pas; il apperçut toutes les recherches, qui devoient naître de cette découverte, & il ſe propoſa d'abord d'obſerver & de déterminer les mouvemens de ces nouveaux aſtres. Il paroît que le premier il a fait connoître à peu près la durée de leurs périodes, en diſant que le premier de ces ſatellites, le plus proche de Jupiter, décrit ſon orbe en 1^j & 18^h, le ſecond en 3^j 13^h, le troiſieme en 7^j 3^h, le quatrieme en 16^j 16^h. Il annonça que ces durées n'étoient pas tout-à-fait exactes, & avoient beſoin d'être rectifiées. C'eſt ce qu'il ſe propoſa en fondant un obſervatoire, en s'aſſociant des obſervateurs, au nombre deſquels fut Morin, dont nous aurons bientôt occaſion de parler. Il multiplia les obſervations, il prépara, dit-on, des Tables; mais on aſſure qu'il s'abſtint de les publier, en apprenant que Galilée étoit occupé de ce travail. Il ne fit point comme tant d'autres, qui, lorſqu'une nouvelle route eſt indiquée, ſe hâtent d'y entrer pour devancer les inventeurs; il penſa que la palme toute entiere devoit être réſervée à Galilée, & ne toucha point aux fruits d'une découverte qui étoit ſon ouvrage.

(*a*) Né en 1580, mort en 1637. Weidler, p. 442.

Digitized by Google

§. XXI.

Peyresc eut également l'idée d'employer les configurations des ſatellites de Jupiter à la recherche des longitudes ; il chargea pluſieurs voyageurs de les obſerver. Cet homme qui ne s'eſt pas diſtingué par de grandes inventions, avoit aſſez de mouvement dans l'eſprit pour le communiquer aux autres, & c'eſt ainſi qu'on peut être encore utile aux ſciences. Cependant il ſentit qu'il y avoit beaucoup de tems dans l'année où l'on ne pouvoit voir Jupiter ; d'ailleurs ces différentes configurations ſont difficiles à ſaiſir : il jugea que ſa méthode n'étoit pas ſi générale qu'il l'avoit penſé d'abord, & il ſe repoſa ſur le génie de Galilée, appliqué à ces méditations. Il adopta la ſaine opinion des anciens ſur la permanence du cours des cometes; il les regarda comme des aſtres durables placés beaucoup plus haut que la lune, & ne s'éloigna pas de l'opinion de Képler, qui leur fait parcourir une ligne droite. Peyreſc étoit réellement obſervateur ; outre les révolutions des ſatellites, il obſerva quelques conjonctions des planetes & de la lune avec les étoiles.

Vendelinus, le partiſan de la variation de l'obliquité de l'écliptique, engagea Peyreſc à répéter en 1636 à Marſeille l'obſervation de la hauteur ſolſtitiale du ſoleil d'été, pour la comparer avec celle qui fut faite dans la même ville par Pithéas au tems d'Alexandre. La comparaiſon étoit trop curieuſe pour que Peyreſc s'y refuſât. Il fit cette obſervation conjointement avec Gaſſendi. On employa un gnomon de 52 pieds de hauteur. Les obſervateurs, & ſur-tout Vendelinus, furent trompés dans leur attente : on trouva à peu près la même proportion que Pithéas avoit trouvée deux mille ans auparavant entre la longueur de l'ombre & la hauteur du gnomon ; la petite différence

annonçoit bien une diminution dans l'obliquité de l'écliptique, mais cette diminution étoit trop peu ſenſible pour avoir quelque certitude. On peut croire aujourd'hui que cette obſervation a été mal faite. Il n'en faut pas davantage pour arrêter les progrès des ſciences; l'opinion renouvelée par Vendelinus, fut regardée comme une erreur : l'obſervation eſt la pierre de touche des opinions, mais il ne faut qu'une expérience mal faite pour faire rejeter une opinion vraie. Tandis qu'un ſénateur de Provence s'occupoit ainſi de l'aſtronomie, un jardinier nommé Féronce, non moins eſtimable par l'emploi de ſes loiſirs, obſervoit à Vizille, près de Grenoble, les aſtres avec aſſiduité. Bouillaud a fait uſage de ſes obſervations, & il mérita d'être cité avec Gaſſendi & avec Bouillaud lui-même, comme un des trois premiers obſervateurs François.

§. XXII.

GASSENDI (*a*) fut également le fils d'un payſan des environs de Digne, mais il reçut une meilleure éducation. Tous les germes de ſon ame ſe développerent : aſtronôme & ſur-tout philoſophe, il ſe rendit le défenſeur d'Epicure; il combattit Deſcartes, & il partage avec ce grand homme la gloire d'avoir fondé la philoſophie en France. Nous avons déjà parlé de ſon obſervation du paſſage de Mercure ſur le Soleil, de celle de l'obliquité de l'écliptique; il obſerva également la libration de la Lune, découverte par Galilée (*b*); il meſura le diametre du Soleil par une méthode qui eſt la même, quant au fond, que celle d'Archimede (*c*). Au lieu d'employer, comme lui, deux cylindres, il ſe ſert de deux petites planches inégales, enfilées

(*a*) Né en 1592, mort en 1655.
(*b*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 210.
(*c*) Hiſtoire de l'Aſtronomie moderne, Tom. I, p. 20.

ſur une verge de bois ou de fer; elles y peuvent gliſſer, & on les diſpoſe de maniere que les rayons partis des deux bords du ſoleil, enferment une ombre triangulaire; l'angle du ſommet eſt la meſure du diametre du ſoleil (*a*). Il y a beaucoup d'incertitude à cauſe de la pénombre; la limite de la lumiere & de l'ombre eſt difficile à fixer; cette méthode étoit bonne au tems d'Archimede, elle ne valoit plus rien dans le tems où l'aſtronomie commençoit à ſe perfectionner. Gaſſendi meſura auſſi le diametre des petites planetes par des méthodes ſemblables à celles d'Hortenſius (*b*). Il écrivit les vies de Peyreſc, Purbach, Regiomontanus, Copernic & Tycho, & ſes œuvres imprimées en ſix volumes *in-fol.* ſont remplies de recherches curieuſes. Riccioli (*c*) voudroit bien le ranger au nombre des adverſaires de Copernic: Gaſſendi avoit écrit deux lettres pour combattre ceux qui nioient le mouvement de la terre; Riccioli aſſure qu'il ſe rétracta, qu'il déclara n'avoir jamais enſeigné cette vérité que comme une hypothèſe, & qu'il finit par ſe ſoumettre au jugement de l'inquiſition. Gaſſendi étoit ſage; on ne ſe repent point d'avoir douté & ſuſpendu ſon jugement. La raiſon & la vérité n'avoient ſervi de rien à Galilée, & ſon exemple pouvoit intimider Gaſſendi: il y a apparence cependant qu'il ne fut pas fort effrayé de la condamnation prononcée en Italie; car ſes deux lettres furent réimprimées à Paris en 1642. Gaſſendi fut vraiment philoſophe, puiſqu'il le fut dans la pratique; ſobre juſqu'à l'auſtérité, il menoit dans le monde la vie d'un cénobite: il vécut chaſte, il mourut pauvre, & ſans jamais avoir envié les richeſſes: il ſe trouvoit toujours aſſez riche lorſqu'il avoit quelque choſe à donner: il avoit des mœurs & de la vertu, & c'eſt plus que les opinions, ce qui conſtitue la ſaine philoſophie.

(*a*) Riccioli, Almag. T. I, p. 118.
(*b*) *Ibid.* p. 714.
(*c*) Riccioli, Almag. Tom. II, pag. 489.

§. XXIII.

Jean-Baptiste Morin fut un aſtrologue à qui l'audace, l'intrigue, & cet art de l'aſtrologie qui fait tant de dupes, donnerent quelque célébrité dans les commencemens, & avant la lumiere du dernier ſiecle. Il fut d'abord médecin, mais s'étant attaché à l'évêque de Boulogne, qui avoit à ſes gages un aſtrologue Ecoſſois, ils troquerent de ſcience; l'Ecoſſois dégouté par l'incertitude des prédictions céleſtes, & le François par l'incertitude de la médecine (*a*). Morin fut bien récompenſé pour avoir prédit qu'une maladie de Louis XIII ne ſeroit pas mortelle; les autres devins furent envoyés aux galeres: il prédit l'empriſonnement de ſon maître, l'évêque de Boulogne: il prédit la mot de Guſtave: il annonça à Marie de Gonzague qu'elle étoit deſtinée à être Reine; la prédiction n'étoit pas difficile, ces honneurs étoient naturellement l'apanage d'une maiſon ſouveraine, maiſon depuis long-tems illuſtre, illuſtrée encore aujourd'hui par un prince éloquent & philoſophe (*b*). Pluſieurs miniſtres, le Cardinal de Richelieu lui-même, ſe conduiſoient par les avis de Morin; ce qui montre bien plus la foibleſſe des ambitieux que les talens de l'aſtrologue. Morin n'eut cependant pas le plaiſir de prédire avec ſuccès la mort de Gaſſendi; il avoit annoncé cette mort pour 1650; Gaſſendi, pour l'ordinaire infirme, ne s'eſt jamais mieux porté que cette année-là, & il ne mourut qu'en 1655. La cauſe de ſa haîne pour Gaſſendi étoit née des lettres où ce philoſophe expliquoit les mouvemens de la terre. Morin, deſtiné aux erreurs, s'étoit déclaré contre ces mouvemens & contre Copernic, il ſe crut

(*a*) Bayle, art. Morin, Rem. B.

(*b*) Le prince Louis Gonzaga de Caſtiglione.

perſonnellement attaqué. Il écrivit auſſi contre Gaſſendi, & ne lui pardonna point d'avoir raiſon. Gaſſendi n'en fit pas grand cas ; & en effet un homme livré à l'aſtrologie, qui avoit annoncé l'antechriſt comme actuellement né, étoit bien digne des dédains du philoſophe.

Morin ne pourroit appartenir réellement à l'hiſtoire de l'aſtronomie que par ſes prétentions à la découverte des longitudes. Les Hollandois avoient promis, dit-on 100000, & le Roi d'Eſpagne 300000 livres; il en falloit moins pour tenter un aſtrologue. Il propoſa d'obſerver la hauteur méridienne de la lune, & en même tems la hauteur d'une étoile (*a*) ; il en concluoit la longitude & la latitude de la lune au moment de l'obſervation : & comme on peut toujours trouver par les Tables le moment où la lune doit avoir cette longitude & cette latitude ſous un méridien connu, la différence de ces deux inſtans donnoit la différence des méridiens & des longitudes (*b*). Morin demanda la récompenſe promiſe ; le cardinal de Richelieu lui nomma des commiſſaires, qui furent Paſcal, Mydorge, Beaugrand, Boulanger & Hérigone. Il démontra ſa méthode ; ſelon lui, les commiſſaires furent ſatisfaits, & en effet ſa méthode eſt bonne dans la théorie. Mais les commiſſaires raſſemblés de nouveau dix jours après, déclarerent que Morin n'avoit point de droit au prix, parce que l'idée de la méthode ne lui appartenoit pas ; elle avoit déjà été propoſée par Gemma Friſius & par Képler : & parce que l'imperfection des Tables de la lune expoſant à des erreurs plus grandes que celles de l'eſtime des pilotes, la méthode devenoit impraticable.

(*a*) Il ſuppoſoit que la latitude du lieu étoit connue : ſi elle ne l'étoit pas il preſcrivoit de ſe ſervir d'une étoile qui paſſât au méridien en même tems que la lune.

(*b*) Morin, *longitudinum Scientia.* Riccioli, Tom. II, p. 612.

§. XXIV.

Hérigone, l'un de ſes juges, avoit auſſi propoſé une méthode pour trouver les longitudes; il vouloit qu'on obſervât le moment où un ſatellite de Jupiter ſe trouve dans la ligne menée de la Terre au centre de Jupiter (*a*). Morin ſe vengea en écrivant contre lui. En effet la méthode ne vaut rien; la théorie des ſatellites n'étoit pas alors connue: & Dominique Caſſini (*b*) a fait voir depuis que les ſatellites, excepté le quatrieme, paſſent toujours devant ou derriere le diſque, & ne peuvent être vus lorſqu'ils ſont dans la ligne indiquée par Hérigone. Ces conjonctions, qui ont lieu pour le quatrieme, ſeroient très-difficiles à obſerver, & ne le ſeroient jamais avec préciſion.

Voilà ce que la France & l'Angleterre avoient fait pour les ſciences, juſqu'aux tems où l'Allemagne venoit de perdre Képler, & l'Italie Galilée. On y voit le goût naiſſant de l'obſervation & des recherches, un premier deſir, qui eſt le germe des paſſions, & le préſage de leurs efforts; enfin le mouvement néceſſaire pour marcher, & pour commencer les progrès. Mais déſormais la philoſophie va nous éclairer; c'eſt d'elle que nous tenons & la vraie connoiſſance des choſes que nous poſſédons, & la connoiſſance utile des choſes qui nous manquent: c'eſt elle qui dirige l'eſprit d'invention. On va la voir naître en France avec Deſcartes, qui, malgré ſes erreurs, nous a portés par ſon génie au rang que nous occupons dans les ſciences.

(*a*) Weidler, p. 480.

(*b*) Mém. l'Acad. Scien. T. VIII, p. 362.

HISTOIRE

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE QUATRIEME,

De Deſcartes.

§. Premier.

L'homme eſt né pour penſer : nous ne parlons pas de l'état ſauvage ; l'homme ne s'eſt développé, n'exiſte, pour ainſi dire, que par la ſociété. Nous ne le trouvons point dans un être qui ne connoît ni Dieu, ni la nature, ni ſoi-même, dans un être toujours dépendant de cette nature ſouvent ſtérile & menaçante : s'il lui commande aujourd'hui, c'eſt en vertu de ſa dignité, & ſa dignité, c'eſt la penſée. Mais ſi la faculté de penſer eſt accordée à tous les eſprits, ſi les ſens reçoivent de toutes parts des idées, s'il eſt donné au jugement de les comparer, à l'imagination de les combiner, il doit exiſter une méthode qui dirige les ſens dans leurs recherches, l'imagination

& le jugement dans leurs opérations, une méthode qui épargne les écarts & les pas inutiles. Cette méthode eſt celle que Deſcartes a apperçue, & qu'il a propoſée. Le joug de l'antiquité s'étoit appeſanti juſqu'à ſon tems. Deſcartes fut indigné de voir que le monde étoit eſclave; il étoit entouré d'erreurs reſpectées, un jargon abſurde fatiguoit ſes oreilles. Dans cette foule de connoiſſances incertaines, où les vérités étoient confondues & cachées, le doute étoit partout également néceſſaire, il n'y avoit point de raiſon de choix : un examen général devoit précéder les choix particuliers. Il vit que pour ſavoir quelque choſe, il falloit commencer par oublier, & il détruiſit tout pour tout reconſtruire. Cet acte de courage nous donna une grande leçon; il nous apprit à connoître nos forces & à nous en ſervir. En faiſant le dénombrement de nos connoiſſances, en les ſoumettant à une inſpection attentive, la raiſon fut établie ſouveraine maîtreſſe pour choiſir les vérités par le caractere de l'évidence. Cet uſage de la raiſon eſt la date de la renaiſſance de la philoſophie, l'époque de nos progrès rapides par des efforts mieux dirigés; c'eſt l'ouvrage & le bienfait de Deſcartes.

§. II.

Ce Deſcartes, qui nous apprit à penſer, qui ne vouloit admettre que des vérités reconnues & enchaînées par l'évidence, eſt cependant un des philoſophes qui a le plus produit d'erreurs, & d'erreurs long-tems accréditées, long-tems défendues par l'aſcendant qu'il eut ſur les eſprits. Bacon avoit déjà paru en Angleterre, Bacon, philoſophe comme Deſcartes, fait comme lui pour répandre une lumiere nouvelle. Jamais deux hommes, également conduits par le génie, n'ont pris des routes plus différentes. Deſcartes voulut deſcendre d'un

principe unique pour expliquer tout ; Bacon voulut qu'on obſervât tout avant d'expliquer, qu'on remontât par les faits, & qu'on sût s'arrêter avec eux. Deſcartes traitoit la nature comme ſi elle n'eût point exiſté, comme s'il eût fallu la conſtruire. Bacon la conſidéroit comme un vaſte édifice qu'il falloit entourer, pénétrer, décompoſer avant de découvrir ſa conſtruction, & de parvenir aux fondemens ſur leſquels il repoſe. Auſſi la philoſophie de Bacon, bornée aux faits, ſubſiſte encore, tandis que celle de Deſcartes, trop ſoumiſe à l'imagination, a été détruite. Bacon fut plus ſage, Deſcartes fut plus hardi ; mais c'eſt par cette hardieſſe qu'il a ſervi l'eſprit humain. Ce n'eſt pas le plus ſouvent la ſageſſe qui fait les révolutions ; il en falloit une, Deſcartes l'a faite.

§. III.

Descartes naquit à la Haye en Touraine, le 31 Mars 1596 ; il étoit fils d'un conſeiller au Parlement de Bretagne, & d'une famille diſtinguée (*a*) : il fit d'excellentes humanités, & lorſque ſes maîtres applaudiſſoient à ſes progrès, il ſe montroit plus difficile qu'eux, & n'étoit pas content de lui-même. On lui avoit rempli la tête d'idées futiles, de mots vides de ſens ; il aimoit la certitude & ne la trouvoit nulle part. Les mathématiques ſeules lui avoient plu, & le dégoût de tout le reſte le livra tout entier à l'algebre & à la géométrie. Mais quelque eſtime qu'il fît de ces ſciences, parce qu'elles offrent des vérités certaines, il ne voyoit aucune ſolidité dans la conſidération abſtraite des nombres & des lignes (*b*) ; elle ne pouvoit être digne de l'homme que par des applications à la nature. La ſcience de la raiſon univerſelle lui parut ſeule digne d'être

(*a*) Bailler, *Vie de Deſcartes*, p. 8. (*b*) *Ibid.* p. 64 & ſuiv.

cultivée, comme l'arbre dont les autres ſciences ne ſont que les branches. Cette liaiſon qu'il appercevoit entr'elles, la ſource unique où ſon imagination voyoit leur naiſſance, lui valut une premiere application, qui fut le plus beau fruit de ſon génie, & le fondement le plus ferme de ſa gloire; c'eſt celle de l'algebre à la géométrie, il unit les deux ſciences, comme Colomb avoit uni les deux mondes. L'algebre rendue moins intellectuelle, fut rapprochée de la phyſique par ſes rapports avec les dimenſions de la matiere, avec les corps qui ſont des objets ſenſibles. Cet ouvrage donne à Deſcartes des droits inconteſtables ſur les progrès que nous avons faits depuis lui: des facilités y ſont préparées pour les recherches futures; & cette premiere application d'une ſcience à l'autre, a été la ſource de toutes les applications de la géométrie à la phyſique.

§. IV.

Cependant il fut égaré par la géométrie, qui eſt la certitude même; il fut égaré par un enchaînement des choſes qu'il oſa preſſentir, & qu'il crut pouvoir atteindre: mais cet enenſemble de la nature ſurpaſſoit & ſa portée, & même la nôtre; nous le voyons mieux que lui, ſans y toucher encore; nous avons joint plus d'anneaux, mais la chaîne entiere nous échappe. il vit que la géométrie, partie de quelques axiômes ſimples & évidens, s'avançoit toujours en enchaînant, en accumulant vérités ſur vérités; la marche, la méthode des géometres lui parut applicable à tout: il conſidéra la nature comme une grande unité, comme un tout vaſte, mais compoſé de parties liées; il crut qu'il ſuffiſoit de la ſaiſir par un de ſes points, pour s'élancer juſqu'à ſes extrémités, pour pénétrer juſques dans ſes profondeurs. Il auroit eu raiſon s'il ſe fût contenté d'annoncer ce que pourroit peut-être un jour le génie, aidé du tems &

de l'expérience ; mais l'homme eſt preſſé, & le génie actif & rapide, lorſque l'expérience eſt lente & ſucceſſive. Deſcartes choiſit quelques vérités premieres, évidentes par leur ſimplicité, il penſa que toutes les autres en étoient écoulées, & il ſe regarda comme à la ſource d'un grand fleuve ; la formation, le mécaniſme de l'univers alloient ſe manifeſter par l'ordre de ſes penſées. Emporté par l'imagination, il ſe laiſſa deſcendre le long du fleuve, & il crut parcourir la nature dans les ſonges qu'il a faits ſur elle. Voici les vérités qui furent la baſe des recherches & des inventions de Deſcartes ; c'eſt la connoiſſance évidente de ſon exiſtence, de celle d'un être parfait & infini, qui eſt Dieu, de l'exiſtence également certaine de la matiere & du mouvement (*a*). Il paſſe enſuite à des vérités liées à ces premieres. Comme l'idée la plus générale, l'idée eſſentielle des corps eſt celle de l'étendue, il s'enſuit que partout où il y a de l'eſpace, il y a des corps ; le vide n'exiſte nulle part. La permanence & la conſtance des choſes, dans leur état primitif, eſt la premiere loi ; rien ne change ſans une cauſe extérieure : la quantité de mouvement reſte par conſéquent la même dans l'univers. Le mouvement, toujours dirigé en ligne droite, y perſévere, & durera ſans ceſſe, ſi une cauſe étrangere ne le détourne, ou ne l'anéantit (*b*). On aime à voir un homme marcher ainſi de conſéquences en conſéquences ; les bons eſprits furent frappés de l'ordre & de la ſucceſſion des penſées de Deſcartes.

§. V.

Il ne demandoit que de la matiere & du mouvement ; il avoit donc tout ce qu'il falloit pour la création qu'il méditoit

(*a*) Principes de la Philoſophie, I part., art. 6, 18, 54, II part., 1 & 23.

(*b*) *Ibid.* Part. II, art. 16, 36, 37, & 39.

Il conſidere la matiere comme compoſée de parties égales & continues : ces parties ne furent point primitivement rondes, les ſpheres ne peuvent ſe toucher par tous leurs points, il y auroit eu du vide dans l'eſpace. Ces parties anguleuſes, miſes en mouvement, ſe ſont uſées les unes contre les autres. La pouſſiere des corps, infiniment diviſée, infiniment agitée par ſa nature, a rempli tous les interſtices, & eſt devenue par ſa ténuité & par ſon agitation, le grand agent de l'univers (*a*). Les autres parties plus groſſes, arrondies par le frottement, ſont devenues la lumiere, qui rend l'univers viſible. Ces parties, grandes & petites, ont un mouvement en tout ſens (*b*), & c'eſt ici la premiere erreur de Deſcartes ; comment a-t-il pu concevoir un corps porté à ſe mouvoir dans toutes les directions ? Cette capacité, la même de toutes parts, néceſſiteroit l'indifférence, & conſerveroit le repos au lieu de produire le mouvement. Comment d'ailleurs cette ſuppoſition a-t-elle pu cadrer avec la belle loi de la perſévérance du mouvement dans une direction une fois imprimée ? Mais paſſons lui cet écart de la vérité, & ſuivons le dans la conſtruction de ſon ſyſtême. On ne conçoit pas davantage comment tous ces mouvemens, dans toutes les directions, produiſent un mouvement circulaire de toutes ces parties autour des divers centres. Il eſt ſans doute bien des choſes dans la nature que nous ne concevons pas, & que nous ne concevrons peut-être jamais. Quand l'homme cherche à rendre raiſon de la nature, nous ne lui reprocherons pas de n'avoir pu paſſer des barrieres impénétrables ; nous ne lui dirons point, vous n'avez pas remonté aſſez haut, pourvu que parti d'un principe évident, d'un fait

(*a*) Principes de la philoſophie, part. II, art. 48, 49, 50, 51, 55.

(*b*) Principes de la philoſophie, part. III, art. 57.

obſervé, il deſcende par des conſéquences bien liées à la raiſon des autres faits obſervés, pourvu qu'il ſoit toujours clair. Mais s'il trouve dans ſa route, en deſcendant, des choſes inexplicables, il a manqué ſon objet; & s'il oſe les admettre ſans les concevoir, il eſt inconſéquent. Ces erreurs ont cependant produit une découverte; il faut pardonner à Deſcartes, il a apperçu la force centrifuge (*a*).

§. VI.

On penſe que les anciens ont pu connoître cette force. Anaxagore diſoit en effet que la voûte céleſte étoit compoſée de groſſes pierres, que la rapidité du mouvement circulaire tenoit éloignées du centre, & qui y tomberoient ſans ce mouvement (*b*). On trouve encore chez les anciens d'autres paſſages dont on pourroit tirer la même concluſion (*c*). Mais, conformément au principe que nous avons établi dans cet ouvrage, nous ne croirons point que des gens, qui ne voyoient le ciel que comme une voûte de pierre, aient jamais pénétré la nature du mouvement. Si les Grecs avoient eu ces idées, elles ſeroient empruntées, elles ſeroient les reſtes de la deſtruction d'un ancien ſyſtême phyſique. Mais dans l'Aſie, où tout a été produit, on ne trouve aucune trace ni de la notion des forces, ni des loix du mouvement; & à l'égard de la connoiſſance qu'on en attribue aux Grecs, connoiſſance obſcure & incertaine, renfermée dans des expreſſions vagues, nous obſerverons qu'il y a une grande différence entre les vérités de fait & les idées des reſſorts de la nature, entre les meſures aſtrono-

(*a*) Principes de la philoſophie, part. III, art. 38, 60.

(*b*) Hiſt. Aſtron. anc. p. 203.

(*c*) Plut. *in ſac. in orb. luna.* *Voyez* les paſſages recueillis par M. de Tems, dans l'ouvrage intitulé *Recherches ſur les découvertes des anciens*, Tom. II, p. 150.

miques & terreſtres, qui conſtatent les phénomènes & les cauſes préſumées de ces phénomènes. Les faits, lorſqu'ils ſe conſervent, ne ſont ſuſceptibles d'aucune équivoque, ils ont été connus, puiſqu'ils ont été tranſmis; au lieu que les cauſes phyſiques, les propriétés primitives des corps, préſentées d'une maniere générale & métaphyſique, ont une incertitude qui naît de l'incertitude de la langue. Comment déterminer la ſignification préciſe, & les idées attachées aux mots, lorſque ſouvent tant de nuances ſont compriſes ſous un ſeul mot? Le ſens change avec le tems, la ſignification s'étend avec la connoiſſance des choſes; les langues meurent tous les jours en détail par l'uſage qui les varie: elles vieilliſſent comme l'homme, elles changent comme lui de traits & de figure. Pour juger les idées métaphyſiques, il faudroit avoir le dictionnaire du ſiecle, & la valeur des nuances que les eſprits tenoient de la tradition & de l'uſage. Nous nous défions de l'étendue qu'on peut donner aux opinions des anciens; nous voyons peut-être aujourd'hui dans leurs expreſſions bien des notions acquiſes depuis. Enfin nous penſons que ſi l'on doit croire aux faits réels & déterminés qu'ils nous ont laiſſés, nous ne pouvons nous tranſporter à leur tems, pour avoir une idée nette de leur maniere de concevoir.

§. VII.

Nous croyons donc pouvoir regarder Deſcartes comme l'inventeur de la force centrifuge: il eſt du moins le premier qui en a eu une idée vraie & mathématique. Un corps qui ſe meut en rond autour d'un centre, tend continuellement à s'éloigner de ce centre; cet effort eſt néceſſairement l'effet d'une force, & cette force a été nommée en conſéquence force centrifuge. Si ce corps, mu circulairement, étoit libre,

il

il s'échapperoit par la tangente au cercle qu'il décrit. Lorſqu'on veut lancer une pierre par une fronde, on fait décrire à la fronde une portion de cercle, & la pierre lancée, en quittant la fronde, ſuit une ligne droite, tangente à cette portion de cercle. On peut ſentir ſoi-même l'exiſtence & l'effort de cette force. Si l'on attache un corps peſant à l'extrémité d'une corde, & qu'on le meuve circulairement, la corde ſe tend, le corps tire la main placée au centre du mouvement, & par la réſiſtance qu'il faut lui oppoſer, on ſent la force qui le ſollicite à s'éloigner du centre. Cette découverte de Deſcartes aura de grandes utilités; mais il vit cette force naître du mouvement circulaire, ſans avoir l'idée de le décompoſer, & de chercher les forces qui conſpirent à le produire. Nous appercevons ici les bornes de l'eſprit humain. Deſcartes, dans la pierre lancée par la fronde, dans la pierre qui circule attachée à une corde, a bien reconnu la force centrifuge, qui tend à l'éloigner du centre; mais il n'a point vu la puiſſance qui la retient, qui balance & détruit cette force centrifuge. On peut dire même que par ces corpuſcules, mus de leur mouvement propre autour d'un centre, il a rappelé dans la phyſique les mouvemens primitivement & naturellement circulaires, ces mouvemens adoptés ſi long-tems par l'antiquité, que Képler avoit combattus & détruits (*a*). Faute d'avoir conſulté les faits connus, d'avoir ſaiſi les idées lumineuſes déjà expoſées, il a fait un pas en arriere.

§. VIII.

Cette infinité de corps, mus circulairement autour d'un centre, a formé des tourbillons; Deſcartes en apperçoit un

(*a*) *Suprà*, p. 46 & 70.

nombre considérable dans le grand espace de l'univers (*a*). La poussiere des corps, la matiere subtile remplit tous les intervalles & des corps & des tourbillons. Mais comme ces corps font continuellement effort pour s'éloigner du centre, ils ont dû y former un vide, qui a été aussi-tôt rempli par la matiere subtile. Cet amas de matiere agitée & liquide a produit dans ces centres des corps lumineux, qui sont le soleil & les étoiles (*b*). Cette matiere agit sur les corps globuleux, élastiques qui lui sont contigus; l'ébranlement de ces globules se communique instantanément, & toute une sphere est éclairée. Les corps lumineux peuvent luire des millions de siecles sans dépense, sans rien perdre de leur substance, & sans autre action que celle du mouvement intestin, qui leur est propre, & qui ne peut changer, ni s'anéantir.

Dans une sphere qui tourne, la force centrifuge est la plus grande à l'équateur, elle est nulle au pôle, & cela est simple, puisque le mouvement circulaire dont elle est née, est le plus grand à l'équateur, tandis que le pôle est immobile. En vertu de la force centrifuge des tourbillons, inégaux en grandeur, ils font tous efforts les uns contre les autres. Mais la faculté que les corps mus ont de prendre toutes les directions, a fait que tout s'est disposé pour la facilité & la conservation des mouvemens. Les pôles, les axes se sont établis de maniere que le mouvement d'un tourbillon foible prenant obliquement & de côté le mouvement d'un tourbillon plus fort, fût en équilibre avec lui (*c*). Cependant l'ordre & l'économie de la nature n'ont pu empêcher que quelquefois une action foible ne se trouvât voisine d'une action plus forte. Celle-ci a prévalu,

(*a*) Principes de la philosophie, Part. III, art. 46 & 65.

(*b*) *Ibid.* art. 54, & suiv.

(*c*) *Ibid.* art. 65 & suiv.

un tourbillon a empiété ſur l'autre, & dans les eſpaces céleſtes, comme ſur la terre, les grands empires ont dévoré les petits. Cet aſſerviſſement n'a point été une deſtruction, &, comme ces conquérans, qui laiſſent aux peuples vaincus leurs loix & leurs uſages, le grand tourbillon, en englobant le petit, en le forçant de circuler dans le même ſens que lui, & comme un corps qui y nage, lui a laiſſé ſa forme & ſon mouvement de tourbillon ſubalterne autour de ſon premier centre (*a*).

§. IX.

Voila donc un petit ſoleil qui circule autour d'un grand. Il falloit encroûter ce petit ſoleil pour en faire une planete opaque : mais avant d'expliquer cette opération, qui nous a été ſi utile, puiſqu'elle nous a créé une demeure dans l'univers, il faut remarquer que la matiere ſubtile, produite par les angles briſés des corps primitifs, n'a pas été pulvériſée ſi également qu'il n'y ſoit reſté des parties anguleuſes plus entieres & plus maſſives que les autres ; ces parties, en conſéquence d'une maſſe plus grande, ont pris plus de force centrifuge, & ſe ſont rangées aux confins du tourbillon. Deſcartes, par ſa volonté, leur défend de paſſer au-delà, parce qu'elles y doivent former des obſtacles, qui empêchent la matiere ſubtile de mouvoir les globules de la lumiere, & voilà les taches ſur le ſoleil (*b*). Si ces parties maſſives ſont abondantes, les taches ſe multiplieront, le ſoleil encroûté diſparoîtra. C'eſt ce qui peut arriver un jour au nôtre, ſuivant Deſcartes, & ce qui arrive aux étoiles que nous voyons diſparoître. Cette croûte continue & durcie, a produit des corps ſolides, opaques,

(*a*) Prin. de la phil. P. III, art. 119 & ſuiv. (*b*) *Ibid.* art. 87, 94.

capables de réfléchir la lumiere, & de porter des êtres penſans, aſſez hardis pour tenter de raconter la génération du monde, entiérement accomplie avant eux, puiſqu'ils en ſont le dernier chef-d'œuvre.

On conçoit que ſi un tourbillon en a englouti un, ou pluſieurs plus petits, il peut être englouti lui-même dans un plus grand; c'eſt le châtiment de l'uſurpation & de l'injuſtice. Ces tourbillons circulant dans un tourbillon qui circule lui-même, ſont les ſatellites de Jupiter, la Lune de la Terre, qui nagent dans les tourbillons de ces planetes, comme celles-ci nagent dans le tourbillon du Soleil. Lorſqu'un petit tourbillon eſt entré dans un grand, la place qu'il occupe dépend de ſa ſolidité, il commence à ſe mouvoir circulairement, entraîné par le fluide; mais les parties de ce fluide tendent toutes vers la circonférence, le petit tourbillon qui y nage fait obſtacle à cette tendance, elles ſe détournent pour paſſer au-delà, & le corps étranger deſcend vers le centre. Toujours entraîné circulairement, il continue à prendre de la force centrifuge, il en acquiert à proportion de ſa ſolidité (*a*); s'il eſt peu ſolide, il continuera à deſcendre juſqu'à ce qu'il ait acquis une force centrifuge, égale à celle des parties qui le meuvent. Cela fait, il reſtera dans cette couche du fluide, & ſe mouvra tranquillement avec elle. C'eſt ainſi que les planetes & les ſatellites ſe ſont placés à différentes diſtances du centre. Si au contraire ce corps nouveau a aſſez de ſolidité pour prendre promptement une grande force centrifuge, il ne deſcendra pas long-tems, il peut même acquérir une force ſupérieure à celle des molécules du fluide, il s'éloignera plus qu'elles du centre, & il ſortira du tourbillon pour paſſer dans un autre. C'eſt ainſi que

(*a*) Principes de la philoſophie, Part. III, art. 140 & 147.

les cometes, formées comme les planetes, voyagent de tourbillon en tourbillon, & ſe montrent, ſuivant Deſcartes, pour diſparoître bientôt, & ne plus ſe remontrer.

§. X.

C'est par le même mécaniſme que Deſcartes, revenu ſur la terre, explique les mouvemens terreſtres, & les lie aux grands mouvemens du ciel; il ne vit dans tout les corps mus qu'un effort pour s'éloigner du centre, il admit la légéreté plutôt que la peſanteur. Les corps ne ſont peſans, n'ont une tendance vers le centre de la terre, que parce qu'ils ſont privés de force centrifuge. Les parties du fluide environnant, qui en ont beaucoup, preſſées de s'éloigner, ſe diviſent, ſe détournent, & les corps tombent en prenant leur place. Les corps ne paroiſſent donc peſans que parce qu'ils ſont environnés de corps plus legers; ils ne tombent que parce que les autres s'élevent. Telle eſt, dans la penſée de Deſcartes, l'explication des phénomènes de la peſanteur, & celle du mouvement des corps céleſtes. Cette explication avoit quelque choſe de ſéduiſant; on n'avoit rien alors ni de plus vraiſemblable, ni de mieux ordonné. Tout eſt produit par le mouvement d'un fluide; les planetes ſont entraînées, aſſujetties par ſon cours; les corps ſe précipitent autour de nous par l'agitation du même fluide. Les phénomènes du ciel & ceux de la terre ramenés aux mêmes loix, aux mêmes cauſes, étoient une belle découverte, & le fruit d'une grande entrepriſe. On y retrouvoit une unité de vues, une ſimplicité de moyens que les hommes ont toujours regardée comme le caractere de la nature. Le ciel matériel, peuplé d'aſtres & d'étoiles, ceſſoit d'être la demeure de corps divins & éternels, qui joignoient à l'avantage de la durée & de la conſtance une ſupériorité d'intelligence ſur l'eſpece humaine.

Il faut convenir que par ſes explications mécaniques Deſcartes a banni ſans retour les ames des planetes, & leurs intelligences conductrices. Képler avoit encore trop reſpecté ces reſtes abſurdes de l'ignorance (*a*).

L'univers ſous les yeux de Dieu, n'eſt qu'un grand amas de matiere, ſemblable dans toutes ſes parties, agité des mêmes mouvemens & gouverné par les mêmes loix. C'eſt un empire dont la terre eſt une province. L'homme, doué d'un orgueil auſſi ancien que ſon exiſtence, a cru long-tems que les cieux tournoient pour lui, que les flambeaux céleſtes brilloient pour l'éclairer; il ſe regardoit comme le centre de la nature, mais déchu de ces prétentions ridicules par les découvertes de ſon génie, il n'a plus vu qu'un eſpace immenſe, où ſon petit globe eſt comme perdu, où nagent une infinité de globes plus conſidérables que le ſien. L'ordre & la conſtance lui parurent régner dans le ciel, le haſard & la confuſion ſur la terre. Après ſa ſupériorité perdue, il fut trop heureux que Deſcartes lui rendît une ſorte d'égalité; il fut content que la même loi mécanique animât le ciel & la terre.

On pouvoit demander à Deſcartes pourquoi les corps terreſtres, qui font maſſe avec la terre, qui ſont emportés avec elle par ſon mouvement journalier, n'acquierent point de force centrifuge? Car dans ſon hypothèſe, ils ne tombent que parce qu'ils en ſont privés. On pouvoit lui demander encore pourquoi dans un grand tourbillon, tel que celui du ſoleil, toutes les planetes ſe meuvent dans des plans différens? Pourquoi la lune emportée par le tourbillon de la terre, ne ſe meut pas dans le plan de l'équateur terreſtre? Je ne conçois un tourbillon que lorſqu'il ſe meut circulairement, que lorſque le ſoleil qu'il

(*a*) *Supra*, p. 65.

enveloppe eſt placé au centre. Les ſuppoſitions contraires aux faits n'étoient plus permiſes, depuis que Képler avoit tracé la route des planetes dans des ellipſes, & placé le ſoleil hors du centre, dans un de leurs foyers. On eût pu preſſer encore davantage Deſcartes, en lui diſant; tous les tourbillons dont vous compoſez l'univers, ne peuvent ſe balancer ſuffiſamment; la force centrifuge, dont vous les animez, eſt une force deſtructive, elle tend à tout diſſiper; & ſi vous avez imité la nature dans la ſimplicité de ſes moyens, vous n'avez point ſurpris le ſecret de ſa conſervation; la permanence, la durée ſont ſes caracteres, & votre mécaniſme deſtructeur n'eſt point le ſien. Deſcartes, dans le tems où il vivoit, auroit mêlé dans ſes réponſes des principes obſcurs à des vérités lumineuſes, & il eût réduit au ſilence par l'aſcendant de ſon génie; mais aujourd'hui, éclairé par ceux qui ont renverſé ſon ſyſtême, il diroit avec juſtice; vous n'avez pas tout détruit, la force centrifuge eſt un fait de la nature, c'eſt une vérité éternelle que j'ai enſeignée aux hommes, c'eſt une vérité qui vous a mis ſur la voie d'une infinité d'autres: ſi j'ai cru que cette loi ſuffiſoit pour expliquer tout, vous devez admirer comment j'ai conçu la nature. Une loi ſimple, univerſelle, un ſeul mécaniſme pour les mouvemens du ciel & de la terre, cette liaiſon intime entre la nature terreſtre & la nature éloignée, ſont une idée profonde qu'on n'avoit pas même ſoupçonnée avant moi; & ſi j'ai manqué mon objet en cherchant ce mécaniſme, l'idée de ſon exiſtence me reſte. C'eſt elle qui vous a guidés; & lorſque vous avez trouvé des principes meilleurs & des loix plus vraies, vous avez ſuivi mon plan, vous avez accompli mes vues.

Digitized by Google

§. XI.

ENFIN cette cauſe unique & univerſelle étoit une idée toute neuve. Képler avoit déjà tenté d'expliquer les phénomènes ſupérieurs par des ſimilitudes familieres, par des exemples pris ſur nous & autour de nous; mais malgré la force de ſa tête, il n'a point conçu une cauſe unique, & il n'a point ſongé à la chercher. Bien éloigné de ſaiſir cette unité, il a expliqué la tranſlation des planetes par la rotation du ſoleil; le changement de leur diſtance par la vertu qui réſide dans cet aſtre, & il lui a fallu des pôles amis & ennemis du ſoleil, pour que ces planetes puſſent s'en éloigner après s'en être approchées. Cependant Képler étoit plus près de Newton, & de nos lumieres actuelles que Deſcartes. Si Deſcartes a ouvert la route aux plus belles découvertes par ſes inventions géométriques, Képler a entrevu, a laiſſé plus de vérités phyſiques que lui. Deſcartes a oſé davantage, & ſon audace eſt la meſure de ſa force, il ne lui a manqué que d'être plus ſavant; il paroît ignorer bien des faits connus de ſon tems. Nous ne voyons point qu'en conſtruiſant ſon édifice, il eût autour de lui tous les faits amaſſés avant lui; il ne cite dans les principes de ſa philoſophie ni Képler, ni ſes loix : nous oſerons lui faire un reproche d'avoir paſſé beaucoup de tems en Allemagne ſans chercher Képler, & d'avoir été en Italie ſans voir Galilée (*a*). Nous ne concevons pas que l'homme, qui a deſiré de trouver les freres de la Roſe-Croix (*b*), prétendus ſages dont on débitoit des merveilles incroyables & abſurdes, n'ait point eu la même curioſité pour les légiſlateurs de l'aſtronomie & de la ſcience

(*a*) Deſcartes étoit à Francfort en 1619, à Vienne en 1620, en Italie en 1624. *Vie de Deſcartes*, p. 37, 52 & 71. Képler n'eſt mort qu'en 1631, Galilée n'eſt mort qu'en 1642.

(*b*) Baillet, *Vie de Deſcartes.*

du

du mouvement, pour ceux qui avoient découvert la forme des orbites planétaires, les loix de leur mouvement, celle de la chûte des graves, & qui avoient vu les premiers le ſpectacle d'un ciel nouveau. Ces hommes avoient avancé la connoiſſance de la nature; ces hommes avoient élevé leur ſiecle, ils auroient élevé Deſcartes lui-même; Deſcartes ſeroit parti de plus haut pour s'élever davantage, & ſur-tout par un vol plus sûr. C'eſt un malheur de ne point ſentir le beſoin & l'utilité des ſecours; quand on eſt animé du génie, il eſt naturel d'en ſentir la puiſſance: mais le tableau de la vie de Deſcartes décèle un ſentiment d'orgueil, une exagération de ſa propre force. Il a voulu qu'elle ſuffit à tout, il s'eſt cru ſeul de ſon ordre, il a dédaigné les livres & les hommes; &, s'il eſt permis d'employer cette comparaiſon, comme Dieu, dans ſa création, a tout tiré de ſon ſein, Deſcartes, dans la ſienne, a voulu tout tirer de ſon génie.

§. XII.

Descartes, qui avoit expoſé la marche de ſa raiſon, & l'ordre régulier de ſes penſées, dans ſon livre de la Méthode, donna des exemples de cette marche & de cet ordre dans ſa Dioptrique, dans ſes Météores, & dans ſa Géométrie, qui ſont les premieres & les plus précieuſes applications de l'eſprit géométrique à toutes les ſciences. Mais avant de parler de ſa Dioptrique, nous devons développer ſa Théorie de la lumiere. La lumiere eſt en apparence inſtantanée; dès qu'elle ſe montre, elle eſt auſſi-tôt apperçue, &, ce ſemble, quelle que ſoit la diſtance. Cependant elle eſt viſible de très-loin, elle vient du ciel juſqu'à la terre; & quelque vîteſſe qu'on ſuppoſe, dès qu'il y a tranſlation, dès que nous voyons un eſpace parcouru, nous y joignons preſque involontairement

l'idée d'un tems, ſi petit qu'il ſoit, employé à parcourir cet eſpace. Le ſon entendu ſur la terre à des diſtances peu conſidérables, tranſporté par le fluide de l'air, emploie un tems meſurable pour arriver juſqu'à nous (*a*). Comment la lumiere, ſouvent lancée de ſi loin, paroît-elle inſtantanée ? Deſcartes en conclut que la lumiere ne nous eſt point envoyée. Viſible ou non, elle eſt toujours préſente autour de nous ; ſon repos fait les ténebres, ſa preſſion ſur notre organe fait le jour & la lumiere. C'eſt un fait de l'expérience, que dans une longue ſuite de boules élaſtiques, de boules d'ivoire, par exemple, ſi on frappe ſur la premiere, le coup ſe tranſmet à la derniere, qui ſeule ſe met en mouvement, & cela ſans retard, & dans l'inſtant même, pourvu que le reſſort ſoit parfait. Les particules de lumiere rondes & parfaitement élaſtiques, ſont ſemblables à ces boules d'ivoire ; elles ſont ſerrées & ſemées partout. Chaque point lumineux eſt toujours au bout d'une file qui aboutit à notre œil ; & l'objet céleſte, compoſé d'une matiere ſubtile très-agitée, quoique placé à une diſtance preſque infinie, preſſe ſur l'extrémité de cette file, tandis que l'autre extrémité, qui repoſe ſur notre organe, y tranſmet dans l'inſtant le mouvement reçu, & y produit la ſenſation de la lumiere (*b*). Cette explication eſt naturelle & ſéduiſante ; on peut dire même qu'avant les découvertes de Roëmer elle pouvoit paroître néceſſaire ; cependant elle eſt aſſujettie à des objections très-fortes. Les fluides ſont ſuſceptibles de ſe mouvoir en tout ſens ; ſi la lumiere en eſt un, elle doit en avoir les propriétés. L'eau qu'on agite propage l'impreſſion reçue par des anneaux circulaires, le bruit ſe répand également dans l'air

(*a*) Il parcourt environ 170 à 180 toiſes par ſeconde.

(*b*) Dioptrique, Diſc. I. Philoſophie, Part. III, art. 48, 54, 55.

par des ondes ; un obſtacle interpoſé n'empêche pas toujours d'entendre, comme il empêche toujours de voir. Enfin lorſque les fluides ſont agités en tout ſens, il eſt évident que la lumiere marche toujours en ligne droite. Elle paroît donc envoyée, & c'eſt avec beaucoup de raiſon que Newton s'eſt décidé pour l'émiſſion de la lumiere lancée du corps lumineux.

§. XIII.

KÉPLER, en appliquant la théorie de la réfraction de la lumiere au changement de ſa route, quand elle paſſe de l'air dans le verre, avoit cherché ſuivant quelle loi s'opéroit ce détour. La lumiere, quand elle ſe préſente perpendiculairement, pénetre dans le verre ſans changer de route ; la réfraction n'a lieu que lorſque le rayon s'écarte de la perpendiculaire, & s'incline vers la ſurface du verre. Képler trouva, par les expériences dont nous avons parlé (*a*), que tant que l'angle de ce rayon avec la perpendiculaire ne ſurpaſſe pas trente degrés, l'angle de réfraction en eſt à peu près le tiers ; cette eſtimation lui ſuffit pour établir la théorie des verres optiques. Snellius, Hollandois, déjà cité, donna dans un ouvrage reſté manuſcrit, une meſure encore plus exacte de ce phénomène ; il établit que l'angle de réfraction étoit à l'angle d'inclinaiſon, comme ſont entr'elles les longueurs des rayons incidens & réfractés, coupés par des parallèles également diſtantes de la ſurface réfringente (*b*). Il trouva que dans un même milieu ce rapport étoit conſtant, quelle que fût l'incidence des rayons, en

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtronmie moderne, *Suprà*, p. 14.

(*b*) *Voyez* (*fig.* 10) ; ſi le rayon DB réfracté en B, en entrant dans l'eau, ou dans le verre, prend la route BE, & qu'on mene les parallèles FD, EG à la ſurface AC, qui en ſoient également diſtantes l'angle de réfraction EBI ſera à l'angle d'incidence DBH, dans la proportion des longueurs des rayons BE & BD. Deſcartes ſubſtitua à cette proportion celle des ſinus EI, HD.

paſſant de l'air dans l'eau, c'eſt toujours le rapport de 4 à 3 ; de l'air dans le verre, toujours celui de 3 à 2 (*a*). Deſcartes eſt parvenu à la même découverte & à la même meſure ; ſeulement au lieu des longueurs des rayons employés par Snellius, il emploie les ſinus des angles qui ſont dans le même rapport. On a prétendu que Deſcartes avoit dérobé cette découverte à Snellius. Huygens aſſuroit que Deſcartes avoit eu communication du manuſcrit ; mais on ne ſauroit être trop circonſpect quand il s'agit d'accuſer un homme de ſon ordre. On ne fait aucun tort à Snellius, en diſant que Deſcartes a pu s'élever ſeul, & comme lui, à cette invention.

§. XIV.

Ce qu'on ne conteſte pas à Deſcartes, ce ſont ſes efforts pour expliquer l'effet de la réfraction ; il commence par expliquer la réflexion des corps (*b*). Un corps élaſtique, qui tombe perpendiculairement ſur une ſurface auſſi élaſtique, communique tout ſon mouvement au corps frappé, qui le lui reſtitue auſſi-tôt par ſon propre reſſort, & le repouſſe dans la même direction. Mais lorſque ce corps tombe obliquement, ſa force, ſuivant le principe de la décompoſition du mouvement découvert par Galilée & par Deſcartes, eſt décompoſée en deux actions, l'une dans un ſens parallèle, l'autre dans un ſens perpendiculaire à la ſurface. La premiere n'eſt point détruite par le choc ; elle ſubſiſte comme celle d'un corps qui rouleroit ſur cette ſurface : la ſeconde, celle qui agit perpendiculairement, eſt détruite, mais elle eſt auſſi-tôt reſtituée par le reſſort ; & le corps recompoſant ſon mouvement de ces deux

(*a*) Hiſt. des Math. Tome II, p. 181. (*b*) Dioptrique, Diſc. II.

actions, l'une conſervée dans le ſens parallèle, l'autre reſtituée dans le ſens perpendiculaire, au moment du choc même, ſe releve obliquement, & ſous un angle de réflexion égal à celui d'incidence.

Deſcartes, paſſant de ce phénomène à celui de la réfraction, avoit obſervé que la lumiere ſemble ſe mouvoir dans un milieu, tel que le verre & l'eau, avec plus de facilité que dans un milieu moins denſe, tel que l'air, puiſqu'elle s'infléchit en y entrant, comme ſi elle vouloit y pénétrer plutôt & plus avant. Il ſemble donc qu'au moment du paſſage il y ait augmentation de mouvement & de vîteſſe. Il ſuppoſe qu'en touchant à la ſurface réfringente, elle reçoit une nouvelle action, comme ſeroit celle d'un coup de raquete ſur un corps déjà en mouvement. Deſcartes, par la maniere dont il établit le changement de direction, attribue toute cette action au ſens perpendiculaire; & d'après l'explication précédente de la réfraction des corps, on voit que l'action parallèle étant conſervée ſans altération, le rayon doit s'infléchir en s'approchant de la perpendiculaire, puiſque dans un parallélogramme dont la hauteur reſte la même, ſi on élargit la baſe, l'angle de la diagonale avec cette baſe diminuera, & la diagonale s'infléchira pour s'en approcher.

§. XV.

Ce qu'il y a de remarquable dans cette explication, c'eſt que ſi on ſubſtitue à la facilité de pénétration dans un milieu plus denſe, l'attraction de ce milieu, qui eſt en effet proportionnelle à ſa denſité, on trouve que Deſcartes a très-bien décrit les effets. Au moment où la lumiere approche & joint ce milieu, elle acquiert un ſurcroît de mouvement, de vîteſſe, par l'attraction qu'elle en éprouve, & ce ſurcroît de mouvement

eſt tout entier dans le ſens perpendiculaire. Mais cette facilité de la lumiere pour pénétrer les milieux les plus denſes, plus grande dans l'eau que dans l'air, & plus grande encore dans le verre que dans l'eau, cette cauſe occulte & incompréhenſible fut long-tems combattue, juſqu'à ce que Newton eût donné la véritable cauſe de ces effets ſinguliers, & montré que cette prétendue facilité naiſſoit de l'augmentation de force. Fermat, habile géometre, Hobbe, célebre par une philoſophie dangereuſe & hardie, s'éleverent contre cette facilité de la tranſmiſſion de la lumiere dans les milieux denſes. Fermat céda à la fin, mais il ne fut pas convaincu; & il faut convenir qu'il eſt difficile de l'être par une explication entierement fondée ſur un principe occulte.

§. XVI.

Descartes cherchoit trop à multiplier les applications, & les uſages de la géométrie, pour ne pas appliquer ſes lumieres à la pratique & à la perfection de l'optique. Ce n'eſt qu'à cette condition qu'il permettoit de s'appliquer à la géométrie abſtraite (*a*). Il médita ſur les propriétés, ſur les effets des verres lenticulaires; l'image qui ſe peint à leur foyer paroît plus nette & plus lumineuſe, parce qu'il s'y réunit plus de rayons, que l'étendue de notre œil nu n'en peut embraſſer & recevoir. Le rayon, qui ſe préſente perpendiculairement au milieu du verre, paſſe droit ſans ſe détourner; nous l'appellerons *l'axe du verre*. Les deux rayons pris à ſes côtés, s'infléchiſſent, & vont ſe réunir à quelque diſtance du verre, dans un point de ſon axe; chaque paire de rayons pris ainſi de part & d'autre, s'infléchit davantage; ils ſe réuniſſent dans le même axe,

(*a*) Vie de Deſcartes, p. 151.

infiniment près des premiers, & ſucceſſivement tous les rayons tranſmis par la ſurface du verre, s'aſſemblent dans un très-petit eſpace nommé *le foyer*. Dans cet eſpace il ſe forme une ſuite de petites images, placées les unes devant les autres, que l'on ne peut diſtinguer ſéparément, & qui concourent toutes à la diſtinction de la vue : mais elles y contribuent d'autant plus qu'elles ſont plus près les unes des autres ; & ſi elles pouvoient être ſerrées, réunies en un ſeul point, on auroit la plus grande netteté poſſible. Deſcartes voyant que la figure circulaire donnée aux verres, ne procuroit pas cette réunion parfaite, chercha par la géométrie quelle ſeroit la courbure qu'il falloit leur faire prendre ; il trouva que des ſurfaces auxquelles on donneroit une forme elliptique ou hyperbolique, réuniroient exactement tous les rayons dans un de leurs foyers : ce foyer ne ſeroit donc exactement qu'un point (*a*). Deſcartes remédioit, du moins dans la théorie, à cet inconvénient des courbures circulaires de donner au foyer une certaine étendue qu'on nomme *l'aberration de ſphéricité*. Mais outre que cette aberration eſt le moindre des défauts qui ont borné long-tems les progrès de l'optique, il étoit très-difficile de faire prendre exactement cette forme d'ellypſe ou d'hyperbole aux verres optiques ; à Paris un fabricateur d'inſtrumens, nommé Ferrier, dirigé par Deſcartes, ne put jamais y réuſſir ; des artiſtes Hollandois y échouerent.

On travaille les verres optiques en frottant par un mouvement en rond un petit verre plan ſur un plus grand ; on place entre deux, pour les uſer, une poudre de mine de fer très-dure, nommée *émeril* : le petit verre prend une forme convexe, en donnant au plus grand une forme concave ; mais le frottement

(*a*) Dioptrique, Diſcours VIII.

circulaire, toujours le même, les rend toutes deux ſphériques & ſemblables. Comme la courbure elliptique & hyperbolique n'eſt pas ſi ſimple que celle du cercle, il faut un mouvement ſans ceſſe varié ; ce mouvement ne peut être imprimé que par une machine, & il faut qu'elle ſoit compliquée (*a*). Quoique le mouvement circulaire ſoit plus ſimple, on n'emploie gueres les machines pour tailler les verres ſphériques, le mouvement machinal de la main en rond paroît préférable ; l'homme, quand il ſe dépouille de la penſée, quand il daigne ſe plier à la routine & à l'habitude mécanique, eſt à la longue la meilleure & la plus exacte des machines. Deſcartes ſe vit donc obligé, comme ceux qui l'ont tenté depuis lui (*b*), de renoncer à ſes eſpérances. Elles étoient grandes, car il penſoit que ces verres auroient pu faire découvrir les plus petits objets dans la lune, & des objets tels que des animaux, ſi cette planete en contient réellement (*c*) ; il appeloit l'optique *la ſcience des miracles* (*d*). Quoique l'art des lunettes ne nous ait pas fait voir d'animaux dans la lune, & ſoit loin de nous en donner l'eſpérance ; ces paroles ſont une eſpece de prophétie, il ſemble qu'il ait deviné nos progrès, & ceux qu'on peut faire encore.

§. XVII.

Descartes voyagea beaucoup, & dans toute l'Europe, mais ſi, comme Ulyſſe, il a vu tant de villes & tant de peuples divers, il paroît que ce fut plutôt pour connoître les hommes, pour les obſerver comme on obſerve les plantes & les minéraux, que pour s'inſtruire avec eux. Deſcartes étoit un profond penſeur, il a paſſé ſa vie dans la ſolitude ; ſeul par une retraite

(*a*) Dioptrique, Diſcours X.
(*b*) Hiſtoire des Mathématiques, T. II, p. 200.
(*c*) Lettre de Deſcartes à M. Ferrier, T. VI, p. 406.
(*d*) *Ibid.* p. 411.

entiere

entiere, que le myſtere rendoit ſouvent inacceſſible, & ſeul dans la ſociété, même par la taciturnité. L'habitude de la méditation, ce penchant à la rêverie, qui n'eſt qu'une maniere d'iſoler l'ame de toute impreſſion phyſique, l'ont accoutumé à ſe ſéparer des humains. Il revenoit aux hommes pour expoſer ſes idées; il ſouffroit volontiers, il cherchoit même les objections; mais pour fortifier les parties foibles de ſes opinions, & non pour amalgamer celles des autres avec les ſiennes. Venu dans un ſiecle où les ſciences étoient peu avancées, il ſe perſuada trop qu'on n'avoit encore rien découvert; entouré d'une philoſophie ridicule, il crut qu'il falloit tout détruire avec elle. Dans un ſiecle où on cherchoit, où on commençoit à voir, il vit mal la nature, parce qu'il voulut la voir ſeul, parce qu'il voulut la voir toute entiere. Il ne négligea cependant pas les expériences; il élevoit des plantes pour les étudier, il diſſéquoit des animaux pour approfondir leur eſſence. Deſcartes ne ſe propoſoit pas moins que d'aſſocier les mathématiques à la médecine. L'étude des ſciences, la philoſophie, ne trouvoient grace devant lui que par leur utilité. L'homme n'a qu'un petit tems ſur la terre, il y vit peu, il y languit ſouvent par la maladie; quel but plus digne de ſes efforts que celui de prolonger ce tems, & d'en aſſurer la jouiſſance par la ſanté. Les deſſeins de Deſcartes échouerent par leur grandeur; l'idée magnifique de l'union des ſciences encore peu connues, cette idée, trop tôt conçue le perdit: il ne vit dans tous les mouvemens que des tourbillons, qui s'écroulerent bientôt par les travaux de ſes ſucceſſeurs, comme la philoſophie d'Ariſtote écroulée par ſes mains. Il ne vit dans les animaux, doués de tant d'inſtincts, & pourvus de tant d'organes, que des machines mécaniques, comme ſes tourbillons. Ses connoiſſances en médecine lui furent nuiſibles à lui-même, au lieu de lui être utiles;

attaqué d'une maladie grave, il refuſa tous les remedes qu'il n'indiquoit pas, il s'en preſcrivit qui lui étoient contraires ; & il perdit la vie, comme il avoit perdu une partie de ſon tems & de ſon génie par trop d'attachement à ſes opinions. C'eſt envain qu'on eſt élevé par le génie, un homme ne peut ni tout voir, ni tout exécuter. Les grandes villes ſe ſont bâties, les empires ſe ſont étendus par les travaux & les efforts des générations, les arts s'accroiſſent avec elles, les vérités des ſciences ſont le dépôt des ſiecles, le produit du concours des idées, la morale eſt le réſultat d'une antique & longue expérience. L'homme habile n'aura jamais de ſuccès, s'il veut tout détruire dans les ſciences & tout réédifier à lui ſeul ; comme il ne ſera jamais heureux s'il abandonne la ſageſſe de ſes peres pour ne ſuivre que la ſienne.

§. XVIII.

Malgré le juſte ſentiment de ſon élévation, & l'opinion peut-être un peu exagérée de ſa force, Deſcartes eut un caractere doux, un eſprit ſage, & c'eſt un grand éloge pour l'homme qui a vécu ſeul ; c'eſt du moins le caractere naturel, il n'a pas été réduit ainſi par des réſiſtances éprouvées. Deſcartes, décidé à renverſer l'ancienne philoſophie, ne l'attaqua pas ouvertement, il la laiſſa ſubſiſter en en propoſant une nouvelle, & il crut que la maſure ſeroit bientôt laiſſée déſerte pour le palais qu'il élevoit auprès d'elle. » Pourquoi, diſoit-il » à Regius ſon diſciple, rejetez-vous publiquement les *qua-* » *lités réelles* & les *formes ſubſtantielles*, ſi cheres aux ſcolaſ- » tiques : j'ai déclaré que je ne prétendois pas les nier, mais » que je n'en avois pas beſoin pour expliquer mes penſées (*a*). »

(*a*) Traité des météores, Diſcours I. Vie de Deſcartes, p. 237.

C'eſt avec cette adreſſe que Deſcartes propoſoit la vérité ; il vouloit réformer les idées, ſans avoir à combattre l'orgueil. La raiſon n'a d'empire que lorſqu'elle eſt univerſellement reconnue, elle ne peut monter ſur ſon trône que par la douceur. Il eſt peu ſage d'annoncer qu'on vient faire oublier aux hommes tout ce qu'ils ont appris, tout ce qui fonde leur amour propre; c'eſt leur ôter leur exiſtence d'hommes, & preſque les réduire à la claſſe de l'enfance. Les eſprits ſe révoltent, les perſécutions éclatent, l'entrepriſe eſt au moins manquée ; le monde reſte encore un tems comme il eſt, & l'on a perdu ſes efforts pour la gloire & pour la vérité.

§. XIX.

Aussi Deſcartes a-t-il joui de ſa réputation pendant ſa vie ; ſes opinions ſe répandirent ſous ſes yeux ; elles furent attaquées, mais elles furent défendues, on les profeſſa publiquement dans les chaires, & il vit commencer ſon empire, qui a duré près d'un ſiecle. S'il ne vécut point dans ſon pays, ce n'eſt pas qu'on ait manqué de lui rendre juſtice ; il eut des penſions, le cardinal de Richelieu lui offrit au nom du Roi des emplois importans (*a*) ; mais il craignit l'eſclavage des honneurs & des dignités. Accoutumé à vivre ſeul, à ne dépendre que de ſes goûts, il craignit la gêne des bienſéances & des devoirs ; & ſur-tout la comparaiſon du génie avec la fortune, où le génie ſe compromet toujours. Il ne voulut point quitter ſa retraite, où il étoit un grand homme, pour la Cour où il eût été un homme ordinaire. Cependant il eut des diſciples illuſtres ; c'eſt lui qui dirigea les études, qui cultiva l'eſprit d'Eliſabeth, Princeſſe Palatine. Chriſtine, encore ſur le trône

(*a*) Vie de Deſcartes, p. 207, 297.

de Suede, voulut l'entendre; il en coûta cher au philoſophe pour le ſacrifice d'un moment de ſa liberté; ce qu'il avoit craint lui fut en effet fatal. A la Cour les affaires doivent tout ordonner; l'heure des entretiens fut réglé ſur les devoirs de Chriſtine plutôt que ſur le régime de Deſcartes; il n'oſa point dire qu'il étoit né d'une complexion foible, rendue plus délicate encore par l'habitude de méditer le matin dans ſon lit: il en ſortoit, il ſe rendoit au palais tous les jours à cinq heures, malgré la rigueur de la ſaiſon & du climat; une fluxion de poitrine finit ſes jours & ſes travaux le 11 Février 1650. La Reine, cauſe innocente de ſa mort, pleura ſon illuſtre maître (*a*), & le regretta comme une femme forte qui eſtimoit la philoſophie, & qui devoit abdiquer un trône pour elle. En France, où le corps a été tranſporté, l'amitié a placé le buſte de Deſcartes ſur ſon tombeau, avec une inſcription (*b*). Le Roi & ſon Miniſtre éclairé (*c*) viennent de lui ériger une ſtatue. Chriſtine vouloit élever un magnifique monument qui rendît ſon eſtime éternelle, ſon abdication ne le lui permit pas. Un de ſes ſucceſſeurs remplit ſes vues, Guſtave III, aujourd'hui régnant, digne de ce nom déjà deux fois célebre, fait conſtruire un mauſolée à Deſcartes dans la Suede, où ſes cendres ne ſont plus. Mais ſa mémoire y ſubſiſte, & le ſouverain prouve par ces honneurs que les grands hommes appartiennent à tous les pays, & ſur-tout aux princes qui ſavent les eſtimer.

§. XX.

Si le tems a été beaucoup de choſes à Deſcartes, ſi nous oſons dire qu'il n'auroit pas dû inventer ſes tourbillons dans

(*a*) Vie de Deſcartes, p. 331.

(*b*) M. Dalibert, tréſorier de France, fit rapporter le corps à ſes frais, en 1666, & le fit enterrer à Ste. Geneviève, *ibid.* p. 334.

(*c*) M. le comte d'Angiviller, Directeur général des bâtimens.

un ſiecle où Képler lui-même les avoit jugés inſuffiſans (*a*); nous croyons qu'il lui reſte aſſez de gloire pour juſtifier ce long article. Ce n'eſt pas parce qu'il eſt François, nous penſons avoir fait une juſtice aſſez rigoureuſe. Mais Deſcartes eut un génie vaſte & une grande force de tête ; s'il a produit des erreurs, il rangea parmi les vérités l'hypothèſe de Copernic (*b*); & ſans en être martyr, comme Galilée, il a peut-être autant contribué que lui à la faire admettre. Ses ouvrages philoſophiques, à la portée d'un plus grand nombre de lecteurs, familiariſerent les eſprits avec cette idée ; ils ſont l'époque de l'admiſſion preſque générale du vrai ſyſtême du monde. Deſcartes a mérité de l'aſtronomie pour avoir découvert la force centrifuge ; c'eſt une pierre marquée de ſon ſceau, & laiſſée pour la conſtruction du monde. Il a beaucoup avancé la géométrie ; jointe à l'algebre, elle devient un inſtrument pour des recherches profondes. Mais ce qui le rend encore plus recommandable, c'eſt ſon influence ſur les ſiecles ; nous devons le dire, car en traçant les progrès de l'aſtronomie, nous faiſons l'hiſtoire de l'eſprit humain : l'homme ne ſe ſeroit pas tranſporté ſi loin dans l'eſpace, il n'auroit pu demander compte aux aſtres de leurs loix & des détails de leurs mouvemens, s'il n'avoit pas lui-même perfectionné ſa raiſon pour dominer ſur l'univers. Et qui l'a perfectionnée, cette raiſon, ſi ce n'eſt Deſcartes, qui a dédaigné le jargon des écoles, qui a voulu des idées à la place des mots, qui a marqué l'évidence pour le caractere de la vérité, qui enfin, en établiſſant une connexion & une dépendance néceſſaires entre les principes & les conſé-

(*a*) Képler avoit donné pour une cauſe des mouvemens des planetes, la rotation du ſoleil, les tourbillons ne ſont dans le fond que cette rotation, étendue comme Képler la penſoit, dans toute la ſphere du ſoleil. Mais Képler avoit vu qu'il falloit y ajouter la vertu magnétique. Il entrevoyoit dès lors qu'il falloit deux cauſes, & Deſcartes a cru faire aſſez d'en établir une.

(*b*) Principes de la phil. Part. III.

quences, nous a appris à raiſonner, comme nous marchons, pas à pas, & nous a mis en état de marcher ſeuls, mieux que lui, de voir ſes fautes, & de le juger lui-même! En revendiquant cette gloire pour Deſcartes, les nations étrangeres ne nous accuſeront point de prévention nationale, cette premiere gloire appartient en effet à la France. L'Allemagne & l'Italie ont aſſez fait juſqu'ici, il reſte beaucoup à faire à l'Angleterre; & comme nous avons blâmé Deſcartes d'avoir trop préſumé de ſoi dans ſa vaſte entrepriſe, il ne faut pas non plus qu'un ſiecle, ni qu'un peuple préſume trop de lui-même. Les dunes s'élevent ſur le bord de la mer par le tribut des ondes; la ſuite des ſiecles & le concours des peuples formeront dans tous les tems la maſſe de nos lumieres.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE CINQUIEME.

De Bouillaud, d'Hévélius, de Huygens & de quelques autres Aſtronômes.

§. PREMIER.

Les grandes vues de Deſcartes furent une occaſion de progrès & une ſource de lumieres. On a beau s'élever contre les ſyſtêmes, c'eſt par eux que nous avançons, c'eſt par eux que les pas ſont doublés dans la carriere des ſciences; il en naît ſouvent des guerres, mais dans l'hiſtoire de l'humanité, c'eſt le ſeul cas où les guerres ſoient utiles. Les eſprits, en ſe heurtant, produiſent des étincelles, qui éclairent les combattans. On obſerve, on raiſonne, ſoit pour attaquer, ſoit pour défendre;

les obſervations s'accumulent, & la raiſon ſe perfectionne. Le Cartéſianiſme n'exiſta jamais ſans combattre, d'abord contre les ſectateurs de l'ancienne philoſophie qui ſe battirent juſqu'à leur extinction; enſuite contre les partiſans de Newton & de la vérité. On ſe livra de toutes parts à l'obſervation & à l'expérience, ſoit qu'on eût ſenti que les faits avoient manqué à Deſcartes, & qu'il pouvoit s'être perdu en voguant ſur une mer trop peu connue, ſoit que le beſoin commande toujours, & que dans les tems les eſprits ſe portent d'eux-mêmes vers les connoiſſances alors néceſſaires. Les obſervatoires s'éleverent dans l'Europe; le téleſcope dirigé par Galilée, avoit ouvert le livre du ciel, tout le monde s'empreſſa d'y lire. Bouillaud obſervoit à Paris dès 1633 (*a*); Hévélius à Dantzic en 1641; la tour de Coppenhague fut achevée en 1656; Abdias Trew en 1657, conſtruiſit à Altorf un obſervatoire meublé de grands inſtrumens (*b*).

Des idées ſaines, ou plus généralement adoptées, l'affermiſſement dans les vrais principes, furent encore un effet de la raiſon développée. Ce développement étoit ſenſible par le diſcrédit de l'aſtrologie. Le P. de Billy annonça la fin prochaine de cette ſuperſtition dans ſon ouvrage intitulé *Tombeau de l'aſtrologie judiciaire*. En Angleterre Jean Newton, Seth-ward, Stréet (*c*), en France le comte de Pagan, & Bouillaud qui les avoit même précédés, rendoient un hommage public au ſyſtême de Copernic & aux formes elliptiques de Képler; Bouillaud, qui donna à cette aſtronomie le nom de *Philolaïque*, le nom de ſon premier auteur, ou du moins celui du philoſophe qui tranſporta jadis en Europe cette ancienne vérité de l'Aſie.

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 251.

(*b*) Weidler, p. 492.

(*c*) *Ibid.*

§. II.

§. II.

Ismael Bouillaud naquit à Loudun en 1605 (*a*); il fut d'abord proteſtant, enſuite catholique & prêtre : ſes connoiſſances étoient très-étendues, elles embraſſoient la théologie, le droit, l'hiſtoire, les belles-lettres, & enfin l'aſtronomie. Après avoir voyagé long-tems, il ſe fixa à Paris; c'eſt là qu'il publia en 1639 une diſſertation intitulée *Philolaüs*, ſur le vrai ſyſtême du monde; puis en 1645 l'aſtronomie philolaïque, qui eſt compoſée dans la même vue de développer, d'affermir les idées de Copernic & de Képler, mais où elles ſont revêtues de toutes les preuves aſtronomiques. Le grand ſavoir, l'érudition hiſtorique de Bouillaud lui fut utile; il trouva dans la bibliotheque du Roi des obſervations anciennes & peu connues, telles que celles de Thius (*b*), qu'il compara aux obſervations modernes, pour en tirer les moyens mouvemens. Il fit uſage peut-être le premier de l'aſtronomie étrangere & aſiatique, la mere de toutes les autres; il fit connoître les Tables des anciens Perſes, & leur exactitude.

En adoptant les routes elliptiques que Képler donne aux planetes, il adopta auſſi l'idée d'Albert Curtius (*c*), qui ſuppoſe que les planetes, mues inégalement autour du foyer où le ſoleil eſt placé, ſe meuvent uniformément autour de l'autre. Cette ſuppoſition donnoit plus de facilité pour calculer l'inégalité des planetes. Le problême eſt difficile, il n'a pas été réſolu directement par Képler (*d*), & avant que le

(*a*) Il eſt mort à Paris en 1694.

(*b*) *Suprà*, Tome I, p. 107 & 575.

(*c*) *Suprà*, p. 144.

(*d*) Képler ne réſolvoit ce problême qu'en ſuppoſant l'anomalie vraie, pour trouver l'anomalie moyenne. C'eſt l'anomalie moyenne qui eſt réellement donnée par le tems; mais par la méthode des fauſſes poſitions, on parvient facilement à trouver l'anomalie vraie, qui répond à cette anomalie moyenne donnée. M. de la Lande, *Aſtr.* art. 1238.

calcul intégral en eût donné une ſolution directe par approximation (*a*), on préféroit cette hypothèſe nommée *hypothèſe elliptique ſimple*. Bouillaud la conçut d'une maniere fort ingénieuſe. On ſait que ſi l'on coupe un cône, ſuivant une certaine inclinaiſon à l'axe, le contour de la ſection ſera une ellipſe. Bouillaud imagine une ſection, telle que l'un des foyers de l'ellipſe, celui autour duquel le mouvement eſt égal, ſe trouve dans cet axe. Il en réſulte que quelle que ſoit l'inégalité de la marche des planetes dans leur orbite elliptique, un œil placé au ſommet du cône, au terme de l'axe autour duquel les mouvemens ſont uniformes, voyant cette orbite de côté, rapporteroit tous ces mouvemens dans la baſe circulaire du cône, & les verroit s'accomplir uniformément dans un cercle (*b*). On voit encore ici des reſtes marqués de l'attachement à l'uniformité & aux formes circulaires; on vouloit toujours les trouver quelque part. C'eſt que parmi les hommes l'eſprit de tous eſt ſemblable à l'eſprit d'un ſeul. L'eſpece humaine, priſe en maſſe depuis ſon origine, eſt attachée aux idées de ſa jeuneſſe, comme en particulier nous le ſommes aux inſtructions premieres, & aux préjugés de l'éducation.

§. III.

M. DE MONTUCLA (*c*) a remarqué qu'un grand nombre d'aſtronômes célebres de ce tems, tels que Bouillaud, Riccioli,

---

(*a*) Ce problême a été réſolu par Wren, Newton, Keil, Gregori, Herman, Simpſon, Hotrebow, Caſſini. Mais les géometres penſent que la plus ſatisfaiſante de toutes les ſolutions eſt celle que le célebre M. de la Grange a donnée récemment dans les Mémoires de l'Académie de Berlin pour 1769.

(*b*) *Voyez* la figure 11 : ſi le corps décrit l'ellipſe GHIK, dont le foyer F eſt dans l'axe du cône ADP, l'œil placé en P verra le corps décrire le cercle ADBE, & uniformément, puiſqu'autour du point F les mouvemens ſont uniformes.

(*c*) Hiſtoire des Mathématiques, T. II, p. 254.

liſoient Képler & ne l'entendoient pas. On ne connoiſſoit de ſes loix que celle qui fait marcher les planetes dans une ellipſe; les autres étoient oubliées. Riccioli, ni Bouillaud, ne parlent point de la loi des aires décrites autour du foyer, & proportionnelles aux tems. C'eſt donc envain qu'on découvre des vérités; on parle à ſes contemporains, ils n'écoutent pas. La ſuppoſition d'Albert Curtius étoit plus facilement ſaiſie, parce qu'elle ſe rapprochoit de celle de Ptolémée; le ſecond foyer, qui voit la planete ſe mouvoir uniformément, reſſembloit au centre de l'*équant* de Ptolémée. Ces idées anciennes revenoient ſi facilement que Bouillaud après avoir adopté la route elliptique, décrit cette route par la combinaiſon de deux mouvemens, l'un de la planete dans un épicycle, l'autre de l'épicycle ſur un excentrique. Il ſemble n'être d'accord avec Képler que pour les apparences, & dans le fait il conſervoit toute la complication des vieilles hypothèſes. Bouillaud, ſans avoir compris ce grand homme, oſoit cependant le cenſurer, & lui reprocher de paſſer de la géométrie à la phyſique, comme de la lumiere aux ténebres; & lui-même Bouillaud avec ſes conſtructions géométriques, également idéales & fauſſes, croyoit avoir produit une hypothèſe phyſique. La véritable lumiere eſt la cauſe réelle & ſenſible qui fonde ces conſtructions, ſans quoi l'eſprit n'y voit que ſon ouvrage, mais la nature n'y eſt pas.

§. IV.

SETH-WARD, aſtronôme Anglois, profeſſeur à Oxford, dans un traité où il établit la perpétuité des cometes, critiqua en 1653 la méthode de Bouillaud, & en donna une autre fort ſimple en 1656. Bouillaud fit voir en 1657 que la méthode de Ward ne convenoit qu'aux planetes peu excentriques, &

quelle ne repréſentoit pas bien les obſervations de Mars faites par Tycho. Les Anglois donnent à cette hypothèſe le nom de *Ward* (*a*), quoique Bouillaud l'ait précédé de huit ans, mais l'idée n'en appartient ni à l'un ni à l'autre, elle eſt due à Albert Curtius. Au reſte la pratique en eſt aujourd'hui abandonnée, parce qu'on ne fait uſage que de la méthode directe de Newton par approximation, ou de la méthode indirecte de fauſſe poſition.

Bouillaud tenta d'expliquer les trois principales inégalités de la lune, & d'une maniere qui reſſemble beaucoup à celle qui a été imaginée par Horrox. Cette invention n'étoit pas alors publiée; ſans doute Bouillaud ne la connoiſſoit pas. Dans le cas où la premiere inégalité ſubſiſte ſeule, Bouillaud conſerve l'hypothèſe de Képler, l'hypothèſe générale des planetes, la terre eſt placée au foyer de l'ellipſe. Mais pour rendre compte de la ſeconde inégalité, il ſuppoſe que ce foyer quitte la terre & décrit un certain circuit, au moyen de quoi ce foyer & le centre de l'ellipſe s'éloignent de la terre, & cette diſtance du centre, qui dans le premier cas produiſoit une équation de 5°, en produit ici une de 7° 40′, comme quelquefois elle a lieu dans les quadratures; mais cette hypothèſe ne vaut pas celle d'Horrox. Bouillaud s'écartoit ici de la théorie de Képler, qui établit que la terre reſte conſtamment au foyer de l'ellipſe de la lune, comme le ſoleil au foyer des ellipſes des planetes. Horrox avoit reſpecté ce principe fondamental; dans ſon hypothèſe, c'eſt le centre de l'ellipſe qui s'éloigne de la terre. Or que ſuppoſe ce changement de la diſtance du foyer au centre? Il ſuppoſe une altération dans la courbe décrite; ce n'eſt plus la même ellipſe, elle eſt plus ou moins

(*a*) M. de la Lande, *Aſtr.* art. 1253, Inſtitutions aſtronom. p. 507.

aplatie. Képler attribuoit ces dérangemens au ſoleil ; on peut concevoir que par ſon influence active il modifie la route de la lune autour de la terre ; & on verra qu'Horrox, doué d'une pénétration peu commune, n'étoit pas loin de la vérité.

Quant à la troiſieme inégalité, que Tycho expliquoit par un mouvement du centre de l'épicycle le long de ſon diametre (*a*), & Vendelinus par un balancement ſemblable à celui d'un pendule (*b*), Bouillaud ne s'éloigne pas beaucoup de ces idées ; il ſuppoſe que la ligne des abſides ſe meut parallèlement à elle-même dans une petite étendue limitée, ce qui produit le même effet que le balancement de Tycho & de Vendelinus. Bouillaud ne ſe contentoit pas d'avoir fait ſortir la terre du foyer de l'ellipſe, il la faiſoit encore ſortir de la ligne des abſides. En conſervant l'ellipticité des routes planétaires, c'étoit renverſer entiérement la théorie de Képler ; mais il faut convenir que les trois inégalités de la lune offroient de grandes difficultés, & paroiſſoient inexplicables.

§. V.

L'ANGLETERRE avoit alors Thomas Street, Rook, Vincent Wing, & Nicolas Mercator. Rook (*c*), profeſſeur d'aſtronomie au college de Gresham, a, dit-on, contribué à l'établiſſement de la Société royale de Londres ; il fut un des premiers, qui obſerverent exactement les immerſions & les émerſions des ſatellites de Jupiter. Wing fit une aſtronomie britannique où la théorie des planetes eſt développée, ſuivant l'hypothèſe de Copernic, & accompagée de Tables nouvelles. Street donna

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 409.
(*b*) *Suprà*, p. 158.
(*c*) Rook, né en 1622, & mort en 1662.

en 1661 ſes Tables *Carolines*, dont les aſtronômes ſe ſont long-tems ſervis. Elles étoient calculées, ainſi que celles de Wing, ſur l'hypothèſe de Bouillaud & de Seth-ward, où les planetes ſe meuvent uniformément autour d'un foyer, tandis que le ſoleil eſt à l'autre. M. Halley lui a rendu la juſtice, que les Tables de Mercure étoient les plus exactes qui euſſent encore paru, malgré le petit nombre des obſervations de cet aſtre, ſi difficile à voir avant l'invention des lunetes (*a*). Quoique les tems ſoient un peu différens, nous réuniſſons les matieres du même genre. Mercator donna en 1676 ſes inſtitutions aſtronomiques; ce livre a le même objet que l'Almageſte de Riccioli (*b*). Mercator emploie encore l'hypothèſe de Bouillaud; cependant comme elle ne ſatisfait pas tout-à-fait aux obſervations, s'appercevant que les planetes ne ſe meuvent pas uniformément autour d'un des foyers, il partagea, ſuivant une certaine raiſon, la diſtance entre le foyer & le centre de l'ellipſe; il décora cette ſection du nom de *divine*, & le point fictif qu'elle lui indiqua fut, ſelon lui, le centre des mouvemens égaux & uniformes. Mais depuis trop long-tems l'aſtronomie avoit adopté des cercles & des centres imaginaires; toutes ces chimeres vont bientôt diſparoître, & nous n'aurons plus que des corps réels, marchant viſiblement dans l'eſpace, & autour d'un autre corps, qui les maîtriſe par ſon exiſtence.

§. VI.

Albert Linnemann (*c*), profeſſeur de mathématiques à Konisberg, défendit le ſyſtême de Copernic, & publia un recueil d'obſervations (*d*); mais il contribua en quelque choſe aux

(*a*) Halley, *in præf. catalogi ſtellar. auſtr.*
(*b*) Tranſ. phil. 1676, N°. 125.
(*c*) Né en 1605, mort en 1655.
(*d*) Weidler, p. 480.

progrès des connoiſſances, & nous devons le citer particuliérement pour avoir eu la vraie notion des réfractions. Il conſidéra l'eſpace entre les étoiles, les planetes & nous comme un milieu où l'éther ſuccédoit à notre air. Mais aux confins de notre atmoſphere, où notre air commence, réſide un air très-ſubtil qui differe peu de l'éther; cet air s'épaiſſit en deſcendant vers nous, & de couche en couche juſqu'à celle où nous reſpirons, qui eſt la plus denſe de toutes. On connoiſſoit dès-lors que l'air eſt un fluide matériel & peſant, comme tous les corps; ſa peſanteur ſoupçonnée par Deſcartes, avoit été découverte par Torricelli, & confirmée par l'expérience de Paſcal (*a*). Il eſt naturel que les couches inférieures, chargées du poids de toutes les autres, ſoient plus ſerrées, plus compactes, & contiennent plus de la matiere de l'air dans un moindre eſpace; la denſité diminue graduellement dans la hauteur de l'atmoſphere. Il faut avouer que quelques anciens, & particuliérement l'Arabe Alhazen (*b*), ont eu cette idée de l'air & de la cauſe des réfractions. Mais Tycho & les aſtronômes modernes s'en étoient écartés; ils croyoient que les vapeurs, les exhalaiſons de la terre contribuoient aux réfractions, bornées à quelques diſtances de l'horizon. Non ſeulement Linnemann a rappelé la vraie cauſe, mais voici ce qu'il a vu de plus: c'eſt que la lumiere ſe rompant, ſe détournant en paſſant d'un milieu dans un milieu plus denſe, doit ſe détourner à chaque pas dans notre atmoſphere, puiſqu'elle rencontre à chaque pas des couches de plus en plus épaiſſes: elle ne nous vient donc pas en ligne droite, mais ſuivant une courbe, qui lui parut devoir être une des ſections coniques (*c*).

(*a*) Hiſt. des Math. T. I, p. 284.
(*b*) *Supra*, Tom. 2, 239.
(*c*) Hévélius *Selenographia*, pag. 196.

§. VII.

MICHEL LANGRENUS d'Anvers, mathématicien de Philippe IV, Roi d'Eſpagne, ſe diſtingua par une obſervation particuliere des taches de la lune; il eut en 1644 l'idée ingénieuſe de les faire ſervir à la recherche des longitudes terreſtres & marines (*a*). En effet lorſque la lune s'éclipſe, elle entre par degrés dans l'ombre de la terre; l'obſcurité couvre ſucceſſivement ſes différentes taches, & les abandonne de même; ce ſont autant de momens & de ſignaux qu'on peut ſaiſir. Ces occultations particulieres peuvent ſervir au même objet que le commencement & la fin de l'éclipſe, qui furent indiqués par Hypparque pour déterminer la différence des méridiens. Cette méthode de Langrenus eſt reſtée ſans uſage pour la mer, mais elle a été d'une grande utilité pour multiplier les obſervations, & pour fixer la poſition des lieux de la terre où l'on obſerve les éclipſes. Cette méthode demandoit que l'on eût une deſcription, une carte de la lune. Langrenus l'entreprit, mais ſa mauvaiſe fortune, le manque de protecteurs & de ſecours, une nombreuſe famille lui cauſerent des embarras & des retards qui l'empêcherent de prévénir Hévélius. C'eſt du moins ce que dit Riccioli (*b*); car on ne peut aucunement comparer l'ouvrage qu'il promettoit avec celui que nous a donné le célebre aſtronôme de Dantzic. En fait de ſcience, & même en tout genre, ceux qui ont fait, ont un grand avantage ſur ceux qui ont projeté de faire.

§. VIII.

JEAN HÉVÉLIUS (*c*) naquit à Dantzic le 28 Janvier 1611 ;

(*a*) Weidler, p. 479.
(*b*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. XL.
(*c*) Le véritable nom de cet aſtronôme étoit Hévelké.

Cruger,

Cruger, profeſſeur de mathématiques, le donna à l'aſtronomie. Il ſuivit de près Tycho par le nombre de ſes obſervations, & ce fut le ſecond obſervateur de l'Europe, ſi l'on ne compte que les grands noms & les grands travaux. Hévélius voyagea pendant pluſieurs années, à ſon retour il eut part aux affaires de ſa république (*a*); mais les fonctions de la magiſtrature ne le détournerent point de ſon goût dominant & de ſa vocation naturelle. Il étoit né pour contempler le ciel & pour le décrire; c'étoit un homme enrichi par une vaſte lecture, aſſez bon juge des opinions anciennes & modernes, qui les rapprochoit pour les éclairer les unes par les autres. Il entra dans la carriere de l'aſtronomie avec ces moyens de progrès, mais cependant avec un génie, qui le portoit plus à la pratique qu'aux ſpéculations de la ſcience. Dès 1641 il fonda un obſervatoire; il y plaça des inſtrumens ſemblables à ceux de Tycho par la grandeur & par l'exactitude. Ces inſtrumens étoient des ſextans & des quarts de cercle de métal, de ſix, ſept, huit pieds & plus de rayon. Quelques-uns étoient diviſés de cinq en cinq ſecondes (*b*), par la diviſion de Vernier que nous avons indiquée (*c*).

§. IX.

Le premier ouvrage par lequel il s'annonça fut la Sélénographie, ou deſcription de la face de la lune & de ſes taches. Il eut, comme Langrenus, l'idée de les faire ſervir à la recherche des longitudes, & il dirigea ſes efforts vers cet objet. Galilée avoit vu la lune & ſes taches, mais il n'avoit rien décrit, rien détaillé; Hévélius entreprit de deſſiner les apparences de

(*a*) Weidler, p. 485.
(*b*) Hévélius, *de motu lunæ libratorio*, p. 44.
(*c*) Hiſtoire de l'Aſtronomie moderne, Tom. I, p. 369.

la lune, de ſes phaſes, & d'en donner des cartes (*a*). Cette figure étoit importante pour marquer les progrès de l'ombre dans les éclipſes de lune. On pouvoit déterminer à quel inſtant l'ombre touchoit & commençoit à couvrir telle tache; on multiplioit les obſervations : c'étoit une grande reſſource pour les longitudes. Les anciens n'avoient que trois ou quatre inſtans à marquer dans une éclipſe; par cette méthode, on en a preſque à volonté : d'ailleurs lorſque les étoiles ſe cachent derriere la lune, cette connoiſſance de ſon globe donne la facilité de déſigner les régions, les taches près deſquelles l'étoile a diſparu & s'eſt montrée (*b*).

Ce travail étoit difficile, long & pénible. On ne peut voir les taches de la lune à la chambre obſcure, comme celles du ſoleil : il faut les conſidérer directement dans le téleſcope; il faut les quitter, les perdre de vue pour les deſſiner de mémoire; il faut donc recommencer ſouvent pour s'aſſurer de l'exactitude. On ne voit pas la lune entiere dans un téleſcope qui groſſit beaucoup (*c*); il faut aſſembler, faire accorder les deſſins particuliers, pour en faire un plan général. Il eſt donc néceſſaire de veiller bien des nuits & de conſumer des années; c'eſt ainſi que s'exécutent les travaux utiles. Hévélius a pouſſé l'exactitude juſqu'à vouloir graver lui-même au burin la figure de la lune, afin qu'elle ne fût pas altérée par le graveur (*d*).

§. X.

Il falloit donner des noms à ces taches; il voulut d'abord leur donner le nom des hommes célebres de l'aſtronomie, mais

(*a*) *Selenographia*, p. 205.
(*b*) *Ibid.* p. 206, 241.
(*c*) *Ibid.* p. 210.
(*d*) *Ibid.* p. 218.

il eut peur de s'attirer la haîne de ceux qui n'y auroient pas de domaine (*a*); il préféra de tranſporter la terre dans la lune, d'y placer ſes villes, ſes rivieres, ſes provinces & ſes mers. La juſtice, ni l'oubli ne pouvoient lui faire des ennemis. Riccioli oſa ce qu'Hévélius n'oſoit pas; il a écrit ſur la face de la lune les noms qui ont quelque célébrité, & ſes dénominations ont prévalu. Les aſtronômes aimerent mieux y trouver Hypparque, Tycho, Képler, Galilée, que l'Afrique, l'Aſie, la mer Méditerranée, la Sicile & le mont Etna. Riccioli impoſe les grands noms aux points les plus remarquables, & réſerve de petits noms pour de petites taches. Riccioli diſtribuoit dans le globe de notre ſatellite des terres pour l'immortalité; on voit qu'il n'a pas oublié ſes confreres de la ſociété; ils y ſont en grand nombre: mais c'eſt qu'elle a réellement produit beaucoup de ſavans. Le Pere s'y eſt placé lui-même à côté de ſon ami & de ſon coopérateur le P. Grimaldi; & qui pourroit l'en blâmer? Il a cité des noms moins connus que le ſien, des noms honorés par moins d'ouvrages. Ceux de Riccioli ont vécu long-tems, & vivront encore. La vraie modeſtie, toujours compagne de la juſtice, doit prendre ſon rang; on n'ignore pas que nous avons un reſſort qui nous éleve ſouvent trop haut, & la modeſtie, en ſe plaçant trop bas, ſemble s'approcher de l'hypocriſie.

§. XI.

Hévélius, qui donne toujours beaucoup plus de choſes que ne promet le titre de ſes ouvrages, traite dans celui-ci de la théorie de la lune; il préfere les explications de Tycho par des cercles & par des épicycles, à celle de Képler par une

(*a*) *Selenographia*, p. 224.

ellipſe. Ce n'eſt pas qu'il ne crût celle-ci meilleure & plus vraie, mais c'eſt qu'elle étoit difficile, embarraſſée; elle renfermoit un magnétiſme, qui n'étoit pas clair comme cauſe, & dont les effets n'étoient pas trop calculables; diſons auſſi que l'hypothèſe de Tycho pour la lune étoit encore plus généralement répandue (*a*). Quoique Képler eût remplacé Tycho, & l'emportât ſur lui par des inſtitutions meilleures, les penſées de Tycho avoient encore la prépondérance; & lorſque l'hiſtoire politique nous montre des Rois oubliés ſi vîte pour leurs ſucceſſeurs, l'hiſtoire des ſciences nous montre une influence plus longue; on a au contraire plus d'empire lorſqu'on n'eſt plus, & le ſucceſſeur immédiat & légitime eſt long-tems à ſe faire reconnoître.

Depuis Galilée, on avoit toujours obſervé que les étoiles, vues dans les lunettes, perdoient leurs rayons, devenoient plus petites, en proportion de la force de ces inſtrumens; on ne leur appercevoit ni diſque, ni diametre ſenſible. Hévélius crut avoir le moyen de leur en conſerver un, en ſe ſervant d'une lame de métal percée d'un petit trou (*b*). Mais Huygens penſe que cet effet naît de quelque erreur de la vue, parce qu'en ſe ſervant d'un verre un peu enfumé, on ne les voit que comme des points (*c*). Il ſemble que l'uſage des diaphragmes (*d*) pour ôter la lumiere ſuperflue, tant de Vénus, de Mercure, que de Mars, ſoit dû à Hévélius. Ces aſtres, ſur-tout les deux premiers, vus dans les lunettes, nous éblouiſſent par leur éclat. Il faut donc leur enlever un excès de lumiere qui fatigue l'organe, & qui empêche de les voir

(*a*) *Selenographia*, p. 169.
(*b*) *Ibid* p. 56.
(*c*) *Hugenii opera*, p. 540.
(*d*) Les diaphragmes ſont des anneaux de carton, ou de métal, d'une ouverture moins grande que celle de la lunette, & que l'on applique ſur l'objectif pour en reſſerrer l'ouverture; & diminuer la quantité de lumiere.

diſtinctement ; c'eſt ce que l'on fait en poſant ſur l'objectif un cercle d'une moindre ouverture.

§. XII.

HÉVÉLIUS ayant cru trouver un moyen de donner un diametre aux étoiles, propoſa de le meſurer en le comparant aux taches de la lune (*a*). Elle en offre en effet de toutes grandeurs ; mais quand même les étoiles auroient un diametre ſenſible, cette comparaiſon, qui n'eſt qu'une eſtime, & qui ſe fait de mémoire, n'auroit pas réuſſi ; elle differe peu de la méthode de Hortenſius & ne la vaut pas (*b*). On revient toujours aux idées qui ſont familieres, on les croit propres à tout, parce qu'on les a toujours ſous la main. Hévélius voyoit toute l'aſtronomie dans la lune, il a en effet épuiſé cette matiere & traité dans le plus grand détail, de tout ce qui concerne cette planete. Il remarque que ſes éclipſes paroiſſent commencer plus tot & finir plus tard à l'œil nu que dans les lunettes. Cependant, par un phénomène contraire, leur grandeur ſemble plus petite à la vue ſimple. Le premier de ces phénomènes eſt l'effet de la pénombre, qui n'eſt qu'une diminution de clarté, & qui eſt moins ſenſible lorſque nous augmentons la puiſſance de notre organe par un inſtrument. Le ſecond naît de la dilatation de la lumiere ſur les parties obſcures ; elle diminue l'apparence de la partie éclipſée, & la fait paroître plus petite à l'œil nu ; & comme la quantité de lumiere reçue dans l'œil dépend de l'ouverture de la prunelle, il s'enſuit que jadis les divers aſtronômes eſtimoient différemment les tems & la grandeur des éclipſes. Les téleſcopes qui, à même ouverture, donnent la même quantité de lumiere, ont établi plus d'uni-

(*a*) *Selenographia*, p. 449. (*b*) *Suprà*, p. 163.

formité dans les différens réſultats (*a*). Hévélius enſeigne que les occultations des étoiles par la lune ſont les phénomènes les plus propres à la recherche des longitudes. En effet leur diſparition inſtantanée eſt un ſignal ſur lequel on ne peut pas héſiter, au lieu que les phaſes d'une éclipſe de lune ont toujours un tems de doute & d'incertitude. Ce doute ſur le tems produit une erreur ſur la différence des longitudes, qui n'eſt, comme on ſait, que la différence des tems où deux obſervateurs, placés en différens points du globe, ont obſervé la même phaſe, ou le même ſignal.

§. XIII.

HÉVÉLIUS, dans cet ouvrage, diſcute avec beaucoup de ſagacité toutes les opinions anciennes, & détruit des erreurs honteuſes, trop long-tems conſervées; c'étoit pour le tems une aſtronomie philoſophique. Il établit ici que les cieux ne ſont point ſolides, qu'il n'en exiſte qu'un ſeul, ou plutôt un vaſte eſpace rempli d'un fluide infiniment rare (*b*). Le ſoleil eſt rond, formé en globe, compoſé de matieres hétérogènes, ſujet à des altérations & à une ſorte de corruption, comme la production irreguliere de ſes taches ſemble le prouver (*c*). La lune eſt un corps opaque, un globe entier dépouillé de toute lumiere propre, & même de tranſparence. Cette opinion étoit encore conteſtée (*d*). Hévélius établit que la couleur eſt dans les corps céleſtes le caractere de ceux qui luiſent par eux-

(*a*) Hévélius, *Selenogr.* p. 151 & ſuiv.
(*b*) *Ibid.* p. 157.
(*c*) *Ibid.* p. 77.
(*d*) *Ibid.* p. 114.

Hévélius, en établiſſant ſon ſyſtême ſur les apparences de Saturne, & poſant pour principe que cette planete eſt éclairée par le ſoleil, ajoute que le ſyſtême & l'explication de l'anneau n'en ſeroient pas moins vrais quand Saturne auroit une lumiere propre; (*de Saturni facie*, pag. 3). On n'étoit donc pas bien sûr de la diſtinction des étoiles, qui ont une lumiere propre, & des planetes, qui toutes ont une lumiere empruntée. On reſpectoit du moins les partiſans de l'opinion contraire.

mêmes. Les étoiles en ont, & ces couleurs ne naiſſent pas dans notre atmoſphere, puiſqu'elles ne ſont pas les mêmes pour toutes les étoiles. Leur ſcintillation & leur couleur ſont donc la preuve d'une lumiere propre & native (*a*).

La lune n'eſt point un miroir, comme les anciens l'avoient cru. Un miroir renvoie une image dans un point unique; & ſi la lune en étoit un, elle promeneroit ſur la terre pendant la nuit l'image du ſoleil; elle ne ſeroit viſible que par cette image, elle ne le ſeroit qu'un peu de tems, & le ſoleil n'y paroîtroit que comme une petite étoile; mais la lune eſt hériſſée d'aſpérités, elle eſt raboteuſe pour nous renvoyer une lumiere plus étendue (*b*). C'étoit l'application des mathématiques à la théorie des miroirs, qui permettoit ces concluſions & ces preuves. Hévélius compare les taches claires de la lune aux montagnes, aux plaines, & les taches obſcures aux mers & aux lacs de la terre (*c*).

§. XIV.

Cet obſervateur ſi exact & ſi attentif, ne conſuma point tant de nuits à conſidérer la lune & ſes taches, ſans obſerver le balancement de ſon globe. Hévélius, par une obſervation aſſidue du phénomène de la libration, completta l'explication commencée par Galilée. Celui-ci avoit connu deux cauſes, l'une qui naît de la parallaxe, l'autre du changement de latitude (*d*). Hévélius en découvrit une troiſieme, c'eſt le mouvement en longitude.

C'eſt un phénomène reconnu, que la lune nous préſente toujours la même face. Les anciens aſtronômes juſqu'à Copernic

---

(*a*) *Selenographia*, p. 38.
(*b*) *Ibid.* p. 130.
(*c*) *Ibid.* p. 134, 221.
(*d*) *Suprà*, p. 133.

Digitized by Google

même & juſqu'à Tycho, faiſant marcher la lune dans un cercle autour de la terre, tandis qu'elle décrit un ou deux épicycles (*a*), ſuppoſoient néceſſairement qu'elle avoit un mouvement ſur ſon centre, afin de nous préſenter toujours le même hémiſphere. Képler, qui donna des notions plus ſimples & plus juſtes du ſyſtême du monde, qui n'admit qu'une route unique & elliptique, effaça cette idée de la rotation de la lune (*b*). On reprit celle d'un corps qui circule attaché à une verge (*c*). On trouva naturel que la terre ne vît qu'un ſeul hémiſphere de la lune; cette ſuppoſition n'étoit point contraire aux deux cauſes imaginées par Galilée. Mais Hévélius, ſuivant la lune dans ſon orbite, vit que tantôt dans la partie de ſon globe qui précede, tantôt dans celle qui ſuit, elle découvroit ou cachoit quelques taches; c'étoit une nouvelle libration dans le ſens de la longitude : il ne ſe trompa pas en jugeant qu'elle appartenoit à l'inégalité du mouvement de la lune. L'explication de ce phénomène fut ſimple; il ſuffit alors de changer le regard de la planete; ce regard n'eſt pas dirigé exactement à la terre, il tend au centre de l'orbite de la lune, c'eſt ce centre qui lui voit toujours la même apparence ſans libration. Mais la terre eſt placée au foyer, elle ne voit l'aſtre, comme ſi elle étoit au centre, que lorſqu'il eſt dans la ligne des abſides, qui paſſe par le centre & par le foyer; partout ailleurs elle le voit un peu de côté, elle doit donc y appercevoir de nouvelles parties & de nouvelles taches, qui ſe montrent ou qui diſparoiſſent ſuivant les pas de la lune dans ſon orbite. Hévélius n'alla pas plus loin, la vérité entiere étoit réſervée à Dominique Caſſini. Cette nouvelle libration, manquée par Hévélius en 1647, &

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtronomie moderne, Tom. I, p. 360 & 409.

(*b*) *Ibid.* p. 555.

(*c*) *Epiſt. Aſtron. Cop.* 555.

découverte

découverte par lui en 1654 (*a*); & ce qu'il y a de ſingulier, c'eſt que Galilée, en ayant apperçu les effets, les avoit expliqués par la libration en latitude (*b*). Hévélius, faiſant le dénombrement des vraies cauſes, remit ces explications dans leur ordre véritable. Il ajouta à la figure de la lune l'étendue & tous les changemens de la libration en trois ſens différens, ce qui n'avoit pas été déterminé avant lui.

§. XV.

La figure bizarre de Saturne, tantôt accompagné d'anſes, ou de ſatellites attachés à ſon diſque, tantôt rond & iſolé comme les autres planetes, étoit le tourment des aſtronômes; on s'épuiſoit en conjectures. Hévélius n'oſa d'abord décider ſi Saturne étoit un corps rond ou elliptique, s'il étoit ſimple ou compoſé de trois corps; ſi cette apparence variée étoit durable par des retours périodiques, ou ſi elle étoit accidentelle, & pour un tems plus ou moins long. Il ne ſavoit ſi ces deux ſatellites, unis à Saturne, ſe mouvoient autour de lui, ou ſi c'étoit lui-même qui, par une rotation ſur ſon axe, développât ainſi, ſous différens aſpects, ſa figure irréguliere (*c*). Hévélius ſe décide enfin pour ce dernier ſentiment; il regarde l'apparence de Saturne, revêtu de ſes anſes, comme ſa face naturelle & native (*d*). Il crut de bonne foi que la planete étoit formée de trois corps ou globes ſéparés; il donne des noms à toutes les figures différentes ſous leſquelles cette planete ſe montre à nous; & après les avoir ſuivies, ou par lui-même, ou par les obſervations déjà faites pendant trente années, & dans une révolution de Saturne autour du Soleil, il prononce

(*a*) *De motu lunæ libratorio*, p. 3.
(*b*) M. de la Lande, *Aſtr.* art. 3178.
(*c*) *De Saturni facie*, p. 2.
(*d*) *Ibid.* p. 13.

que Saturne a un triple corps. Celui du milieu eſt de forme elliptique, les deux autres ne ſont pas non plus des globes ſphériques, ce ſont des lunules, ou des eſpeces de croiſſant, de courbure hyperbolique, attachés invariablement par leurs pointes au corps du milieu, en laiſſant cependant un intervalle; ils ſont éloignés de ce corps, mais ils ſe meuvent avec lui autour d'un axe, & dans une période, qui eſt égale à celle de la révolution de Saturne autour du Soleil (*a*). Hévélius ſe trompoit; ſi Saturne avoit eu la forme qu'il lui ſuppoſoit, il n'auroit pu préſenter différentes faces au Soleil, & à la Terre placée près de cet aſtre, qu'en ne tournant point ſur ſon axe. C'eſt parce que la lune tourne ſur elle-même, & préciſément dans un tems égal à ſa révolution périodique, qu'elle nous préſente toujours le même hémiſphere (*b*). L'aſtronôme cherche enſuite à pénétrer la cauſe de cette rotation imaginaire de Saturne, & il la trouve dans la diſpoſition des fibres magnétiques, inventées par Képler, & dans les pôles amis & ennemis, qui s'attirent & ſe repouſſent (*c*). Hévélius conçut une grande joie de cette explication; il crut la découverte ſi réelle & ſi grande, qu'il penſa devoir l'annoncer avec modeſtie. Il ne prétend pas, dit-il, que les tems de la période & des phaſes ne puiſſent être rectifiés par la poſtérité plus éclairée; il a cru ſe faire illuſion; il a douté lui-même s'il tenoit en effet la vraie cauſe des bizarreries de Saturne (*d*). Nous ſavons aujourd'hui, & il ne tarda pas long-tems à ſavoir qu'il avoit raiſon d'en douter, il ne la tenoit pas. Elle devoit paroître dans ce tems même, mais non par lui; elle étoit réſervée à un homme, citoyen comme lui d'un pays libre, utile par l'invention, comme

(*a*) Hevel. *de Saturni facie*, p. 4 & 5.
(*b*) *Infrà*, Liv. X.
(*c*) *De Saturni facie*, p. 29.
(*d*) *Ibid.* p. 3.

Hévélius le fut par l'amas des faits, obſervateur moins aſſidu, mais qui voyoit mieux en voyant moins.

§. XVI.

Cet homme fut Chriſtian Huygens, ſeigneur de Zuylichem; fils d'un homme éclairé, Conſtantin Huygens, ſecrétaire & conſeiller des Princes d'Orange; il naquit à la Haie le 14 Avril 1629: envoyé à Leyde en 1645 pour l'étude du droit; il y trouva Schootten, le commentateur de Deſcartes, qui l'introduiſit dans les voies de la géométrie élevée. C'eſt de là qu'il partit pour remplir ſa deſtinée, & pour amener les progrès que les ſciences attendoient de lui.

Nous ne parlerons point des premieres inventions de Huygens; la géométrie n'eſt point de notre objet: nous ne marquons ici que les idées, qui ont concouru à dévoiler les ſecrets de la nature céleſte. Huygens ſentit toute l'importance de la découverte des téleſcopes; l'art de les conſtruire avoit fait peu de progrès, ces inſtrumens ſe multiplioient ſans devenir meilleurs. Hévélius avoit travaillé lui-même des verres, il donna les préceptes de l'art de les tailler & de les polir (*a*); mais la pratique n'avoit pas ſans doute entrepris d'augmenter leur puiſſance de groſſir, & n'oſoit paſſer une certaine longueur de foyer. Huygens l'oſa; il s'appliqua à la routine mécanique de ce travail, avec le génie qui abrege & perfectionne les opérations. Hévélius ne paroît avoir conſtruit que des téleſcopes de 10 à 15 pieds (*b*). Huygens en eut bientôt un de douze & un de vingt-deux pieds, qu'il avoit faits lui-même (*c*). Ce dernier téleſcope, bien

(*a*) *Selenographia*, p. 1 & ſuiv.
(*b*) *De Saturni facie*, p. 11.
(*c*) *Hugenii opera*, pag. 536, 537 & 1724.

ſupérieur à celui de Galilée (*a*), le mit en état de conſidérer avec diſtinction & détail ce qui ne s'étoit offert que confuſément à Galilée; il voulut revoir tout ce que Galilée avoit vu, pour s'efforcer enſuite à voir plus. Il chercha des ſatellites autour de Vénus, de Mercure & de Mars, & n'en trouva pas; il n'apperçut autour de Jupiter que quatre ſatellites, malgré la prétention du P. de Rheita. Il obſerva les bandes du diſque de cette planete; il en vit une obſcure ſur le globe de Mars. Enfin en examinant les étoiles, & en s'aſſurant qu'elles n'avoient point de diametre ſenſible dans les lunettes, il découvrit une nébuleuſe, juſqu'alors inconnue dans le baudrier d'Orion (*b*).

§. XVII.

Ce n'étoit encore que l'eſſai de ſon téleſcope; il conſidéra la planete de Saturne, & il la vit avec tant de netteté, que ſon imagination ne put y retrouver le vieillard accompagné de ſes écuyers, ni les diſques attachés à un plus grand, ni les lunules hyperboliques d'Hévélius. Il vit une bande lumineuſe qui tenoit au corps de la planete, qui le ceignoit par le milieu comme une écharpe, & qui s'étendoit au dehors pour lui former comme deux anſes (*c*). Plus ce phénomène lui parut ſingulier, plus il jugea néceſſaire d'en ſuivre les variations ou la conſtance. Avec le tems, il vit ces anſes ſe rétrécir, devenir un filet de lumiere, puis enfin diſparoître (*d*). Saturne reſta rond, mais l'obſervateur ne l'abandonnoit pas. Au bout d'un tems les anſes reparurent (*e*), elles s'élargirent de nouveau graduellement, &

(*a*) Le premier groſſiſſoit quarante-huit fois, le ſecond près de cent fois. Le ſecond avoit deux oculaires combinés; voilà le premier exemple que nous en connoiſſons. *Ibid.* p. 537.

(*b*) *Hugenii opera*, p. 539 & ſuiv.

(*c*) Le 25 Mars 1655. *Ibid.* p. 541.

(*d*) Le 16 Janvier 1656. *Ibid.* p. 544.

(*e*) Le 13 Octobre 1656. *Ibid.* pag. 545.

elles prirent une étendue qui permit de diſtinguer que des deux côtés du globe de Saturne ces anſes renfermoient un eſpace, un vide à travers lequel on voyoit le ciel & les petites étoiles que le haſard y faiſoit rencontrer (*a*). Roberval crut que ces anſes, formées en arc, étoient des vapeurs élevées en certains tems de la zône torride de Saturne (*b*). Mais indépendamment du peu de vraiſemblance de cette conjecture, pourquoi les autres planetes, plus proches du foyer de la chaleur, ne préſentent-elles pas des apparences ſemblables? Les PP. Fabri, Riccioli ne furent pas plus heureux (*c*).

Voici le compte que Huygens put ſe rendre de ſes obſervations: puiſque cette bande eſt lumineuſe comme Saturne, elle a donc comme lui une maſſe ſolide & capable de réfléchir la lumiere. Cependant cette maſſe ne s'anéantit pas lorſqu'elle diſparoît; on ne peut ſuppoſer qu'elle change de nature, & qu'elle perd & recouvre périodiquement la capacité de réfléchir les rayons ſolaires. Il eſt plus vraiſemblable de croire que ces variations viennent de ſa figure & de ſa poſition. Huygens (*d*) imagina que cette bande lumineuſe étoit une eſpece d'anneau circulaire, qui enveloppoit Saturne, à une diſtance partout égale de ſon globe (*e*). Il faut concevoir qu'il ſe ſoutient à la maniere des voûtes; ſi la terre étoit enveloppée d'une pareille ceinture pierreuſe, placée dans ſon atmoſphere, toutes les parties peſantes de cette voûte, ſollicitées à tomber vers le centre du globe, s'appuieroient mutuellement par leur courbure, & demeureroient ſuſpendues. Cet anneau, qui a une largeur aſſez conſidérable, n'a qu'une épaiſſeur très-petite; il a une poſition

(*a*) C'eſt le Pere de Clarque qui fit cette obſervation d'une étoile vue entre Saturne & ſon anneau, *Smith. opt.* p. 440. M. de la Lande, *Aſtron.* art. 3229.

(*b*) *Hugenii opera*, p. 56.
(*c*) *Ibid.* p. 560 & ſuiv.
(*d*) *Ibid.* p. 560 & ſuiv.
(*e*) *Voyez* la figure 12.

inclinée au plan de l'orbite de Saturne. Ces ſuppoſitions ſimples & ingénieuſes ſuffiſent pour expliquer tous les phénomènes. En conſéquence du mouvement de Saturne dans ſon orbe, & du mouvement de la Terre dans le ſien, nous changeons continuellement de poſition à l'égard du plan de cet anneau. Lorſque ce plan prolongé paſſe par la Terre, nous ne voyons l'anneau que par ſon épaiſſeur, qui recevant peu de lumiere, ne nous en renvoie pas aſſez pour faire impreſſion ſur l'organe, l'anneau n'eſt pas viſible. Lorſque la Terre s'éleve au-deſſus du plan de cet anneau, on apperçoit un filet de lumiere; à meſure que la Terre monte, ce filet s'élargit, les anſes ſe montrent; & lorſque la Terre eſt à ſa plus grande élévation, on diſtingue au milieu de ſes anſes un eſpace non éclairé; cet eſpace eſt le ciel obſcur, que l'on apperçoit à travers le vide, laiſſé par la nature entre l'anneau & le globe de Saturne. Quand la Terre s'abaiſſe au-deſſous du plan de l'anneau, les mêmes apparences ont lieu; la ſeule différence eſt qu'on le voit par-deſſous au lieu de le voir par deſſus. Les mêmes phénomènes naiſſent encore d'une autre cauſe qui n'échappa point à Huygens. La ſituation de Saturne à l'égard du Soleil produit les mêmes changemens que ſa ſituation à l'égard de la Terre. Lorſque le plan prolongé de l'anneau paſſe par le Soleil, c'eſt l'épaiſſeur qui eſt préſentée aux rayons de cet aſtre; cette épaiſſeur n'en réfléchit pas aſſez; l'anneau ceſſe d'être viſible pour nous : & lorſque le Soleil s'éleve ou s'abaiſſe à l'égard du plan de l'anneau, il l'éclaire par ſa largeur, & les anſes paroiſſent avec les mêmes gradations, qui naiſſent de la poſition de la Terre à l'égard de Saturne (*a*).

(*a*) L'inclinaiſon de l'anneau ſur le plan de notre écliptique eſt de 31° 20'. Les nœuds ſont dans 5° 16°, & 11° 16°. M. de la Lande, *Aſtron.* art 3235, 3237.

§. XVIII.

JAMAIS explication ne fut plus ſimple, plus claire, plus évidente; auſſi a-t-elle été d'abord adoptée par tous les contemporains, ce qui eſt aſſez rare, & regardée comme une vérité conſtante par leur poſtérité. Le ſeul Pere Fabri, ſous le nom d'Euſtache *de divinis*, s'éleva contr'elle, & malgré ſon évidence, oſa en propoſer une autre; mais la ſienne ne trouva point de partiſans. L'auteur s'en repentit, & il fut aſſez juſte pour joindre à la fin ſon conſentement à l'applaudiſſement général (*a*). Huygens ne put parvenir à cette explication que par une longue ſuite d'obſervations. Nous croyons le voir les yeux toujours fixés ſur Saturne; rien de ce qui entoure cette planete, & de ce qui pouvoit être ſaiſi par la puiſſance de ſon téleſcope, ne devoit lui échapper: ſes ſoins pour la découverte de l'anneau lui en valurent une ſeconde; il apperçut une nouvelle planete, qui eſt un ſatellite de Saturne. Elle tourne autour de lui dans une révolution d'environ ſeize jours (*b*); & lorſque Jupiter eſt riche de quatre ſatellites, Saturne ſon vieux pere, détrôné par lui, en a du moins un; c'eſt le reſte de ſa ſouveraineté & de ſa Cour. Huygens enrichit donc notre ſyſtême, il augmenta le nombre des planetes, mais il penſa que c'étoit la derniere qu'on pût découvrir. Il faut tenir à l'humanité par quelque choſe; les propriétés myſtérieuſes des nombres n'étoient pas encore hors de mode, Képler les avoit rajeunies, Huygens les avoit conſervées. Il s'applaudit de ſa découverte, parce que ce ſatellite de Saturne, joint à la Lune de la Terre & aux quatre ſatellites de Jupiter, achevoit le nombre de ſix planetes ſecondaires, nombre égal à celui des pla-

(*a*) Hiſtoire des Mathématiques, T. II, p. 481.

(*b*) *Hugenii opera.* 25 Mars 1655, p. 541 & 548.

netes principales. Il n'en fallut pas davantage, l'univers étoit complet.

Huygens, poſſeſſeur de cette explication ingénieuſe & vraie de la nature & des apparences bizarres de l'anneau, oſa prédire le tems où Saturne en paroîtroit dépouillé. Il ne manquoit à ſa théorie que cette confirmation; car dans les choſes enchaînées & périodiques de cet univers, c'eſt la prédiction de l'avenir qui prouve la connoiſſance entiere du paſſé. Huygens en 1659, annonça que Saturne paroîtroit rond au mois de Juillet ou d'Août 1671; le phénomène parut à la fin de Mai (*a*); Huygens ſe trompa de deux mois, c'étoit peu pour ces commencemens: & ſa théorie perfectionnée par le tems, nous a mis à portée de prédire les phaſes ſemblables avec plus d'exactitude.

§. XIX.

Hévélius avoit pu ſe méprendre ſur la cauſe des apparences de Saturne; il faut de la force pour planer ſur les faits: ſon génie ne l'éleva pas ſi haut que celui d'Huygens, mais il avoit le talent & la conſtance de ſuivre & de recueillir les faits. Obſervateur exact, aſſidu, Hévélius remarqua l'imperfection de toutes les Tables (*b*); les meilleures de ſon tems s'écartoient quelquefois d'une demi-heure ſur le tems des éclipſes (*c*): c'étoit plus que les Tables indiennes, trouvées dans l'Inde par M. le Gentil (*d*). Ainſi, malgré les efforts d'Hypparque, de Ptolémée, de Tycho & de Képler, malgré les ſiecles écoulés entre les reſtaurateurs d'Alexandrie & les reſtaurateurs Européens, l'aſtronomie étoit moins avancée qu'elle ne le fut jadis relativement à la connoiſſance des vrais mouvemens céleſtes;

(*a*) *Hugenii opera*, p. 587 & 639. Tranſact. philoſ. 1671. N°. 78.
(*b*) Hévélius, p. 38 & 46.
(*c*) Hévélius, *Mercurius in Sole viſus* p. 13.
(*d*) Hiſtoire de l'Aſtr. anc. p. 114.

mais

mais celle des cauſes avoit déjà fait quelques progrès. Hévélius ſentoit qu'il falloit une obſervation aſſidue, des obſervatoires multipliés, & des inſtrumens perfectionnés. Il invitoit les grands & les riches à concourir aux progrès de l'aſtronomie (*a*); elle ne marche qu'avec des dépenſes; c'eſt aux princes à la protéger, c'eſt aux riches à ouvrir leurs tréſors, & à employer le ſuperflu du luxe pour enrichir l'eſprit humain.

Hévélius obſerva en 1661 le troiſieme paſſage de Mercure ſur le Soleil, arrivé depuis l'invention des lunettes; il le vit ſur l'image aggrandie du Soleil, reçue dans une chambre obſcure. La petiteſſe de la planete l'étonna: Gaſſendi, qui en 1631 l'avoit vue le premier ſur le Soleil, jugea qu'elle avoit un diametre de 20″; Hévélius trouva ce diametre de 12″ & de 6″ 3‴ dans la diſtance moyenne (*b*), ce qui eſt aſſez exact. Il ſe ſervit enſuite de ce diametre comme d'un module pour meſurer le diametre des autres planetes & des étoiles; en choiſiſſant les circonſtances où ces aſtres ſe trouvoient près de Mercure, au tems de ſa plus grande digreſſion du Soleil, il les conſidéroit tous à travers une lame de métal, appliquée à la lunette & percée de différens trous circulaires; il marquoit chaque ouverture, qui circonſcrivoit exactement le petit diſque d'un de ces aſtres, & les rapports de grandeur de ces cercles étoient les rapports de la grandeur des corps céleſtes. Il crut que les étoiles nommées Rigel, la Chevre, Arcturus étoient égales à Mercure (*c*), il ſe trompa; il penſoit les avoir dépouillées du rayonnement qui amplifie leur apparence, elles ne l'étoient pas.

§. XX.

A PEU PRÈS dans ce tems, Mouton, aſtronôme, prêtre

(*a*) Hévélius, *Mercurius in ſole viſus*, pag. 3.

(*b*) Hévélius, *ibid.* p. 64, 80, 83.

(*c*) *Ibid.* p. 90, 95.

de Lyon, faiſoit ſans éclat des obſervations utiles; il fut peu connu, & méritoit de l'être davantage : ſes obſervations font voir que le génie peut prévenir les progrès des ſciences, & en ſe paſſant des moyens de perfection qui manquent encore, parvenir cependant à une aſſez grande exactitude. En 1659 & 1661 il tenta de meſurer le diamètre du ſoleil. Les inſtrumens, qui ſervoient à meſurer l'angle de ce diametre, étoient ſuſceptibles d'erreurs conſidérables; une erreur de deux ou trois minutes étoit énorme ſur une quantité de trente minutes : auſſi tous les aſtronômes différoient-ils beaucoup dans cette meſure. On faiſoit alors peu d'uſage du pendule & de ſon iſochroniſme reconnu par Galilée. La difficulté de compter les vibrations, & ſur-tout celle de déterminer la durée de ces vibrations, en rendoient l'uſage difficile. Hévélius l'employa cependant dans l'éclipſe de ſoleil du 11 Août 1654; il ſe ſervit d'un pendule qui faiſoit 39 vibrations par minute, & 2340 par heure (*a*). On peut croire que ces nombres & ces déterminations avoient beaucoup d'incertitude. Mouton employa le pendule plus ingénieuſement, il conçut l'idée de meſurer le diametre du ſoleil par le tems que ſon globe met à traverſer le méridien; il repréſenta ce cercle par deux fils à plomb ſuſpendus & placés dans le ſens de la méridienne; le premier ſert à mirer au ſecond, & à s'aſſurer que l'on eſt dans le plan du méridien. Alors le tems écoulé entre le moment, où le ſoleil paroît toucher le plus éloigné des fils, & le moment où il le quitte, après l'avoir traverſé, peut donner en effet la meſure de ce diametre; car en conſéquence de ce que le cercle entier de l'équateur y paſſe en 24 heures, 15 ſecondes de ce cercle y doivent paſſer en une ſeconde de tems. Si le globe du ſoleil

(*a*) Hévélius, *Epiſt. de utriuſque luminaris defectu*, 1654, p. 54.

occupe 30 minutes, il ſera donc deux minutes à paſſer. Mouton employa le pendule pour déterminer le tems de ce paſſage; mais il falloit connoître la durée des vibrations de ce pendule : voici comme il s'y prit. Il plaça un troiſieme fil vers la gauche, dans une direction qui faiſoit un angle avec les deux fils de la méridienne. Ce troiſieme étoit dans un cercle vertical. Le pendule étant mis en mouvement, il obſerva le moment où le ſoleil touchoit ce troiſieme fil, & il commença à compter les vibrations juſqu'au moment où le ſoleil toucha le fil de la méridienne. Il répéta cette expérience un grand nombre de jours, pour s'aſſurer du nombre de ces vibrations; enſuite il calcula par la trigonométrie l'arc de l'équateur, compris dans cet intervalle (*a*). Mouton eut donc le nombre de minutes & de ſecondes de l'équateur, qui répondoit au nombre des vibrations du pendule. L'invention de Huygens ne lui étoit pas encore parvenue, il ne s'éleva point à l'idée d'un inſtrument qui devînt une horloge perpétuelle, & une meſure de tous les momens; mais ſon induſtrie lui en procura un qui le mit à portée de faire une opération importante. Il compta combien ſon pendule faiſoit de vibrations pendant le paſſage du globe du ſoleil au méridien, & il en conclut que le diametre de cet aſtre, lorſqu'il eſt le plus loin de la terre, eſt de 31′ 31 ou 32″ (*b*). La détermination étoit plus exacte que celle qui fut faite peu de tems après par Auzoût & par Picard. M. de la Lande n'a pas trouvé plus d'une ſeconde à en retrancher (*c*), quoiqu'il ſe ſervît d'un excellent micrometre objectif. C'eſt un grand mérite que celui de dévancer ainſi ſon âge, & d'atteindre une préciſion éloignée de plus d'un ſiecle.

(*a*) Mouton, *Obſervat. diametr. ſolis*, pag. 81.

(*b*) *Ibid.* p. 103.

(*c*) *Aſtron.* art. 1386.

§. XXI.

Le phénomène le plus extraordinaire de l'aſtronomie, c'eſt l'apparition ſubite des nouvelles étoiles : les étoiles, qui ſemblent avoir éminemment la conſtance des choſes céleſtes, ſont nommées fixes, parce qu'en général leurs poſitions, leurs diſtances, leurs grandeurs ſont les mêmes depuis qu'il exiſte des obſervateurs, parce que le tems, qui change tant de choſes autour de nous, n'a point altéré ſenſiblement cette Hiérarchie compoſée de tant d'individus, où l'ordre, les rangs & les dignités ſemblent inaltérables. Les hommes croyent pouvoir juger, par l'expérience du petit nombre de leurs années, & nous allons apprendre ici que l'expérience des ſiecles eſt encore trompeuſe. Il y a deux mille ans qu'Hypparque apperçut une nouvelle étoile. Tout ce qui naît peut périr, tout ce qui ſe montre inopinément peut diſparoître de même, les étoiles devoient à la rigueur perdre leur privilége & leur réputation de conſtance. Cependant le phénomène étoit rare, une regle ne doit pas être détruite par une exception ; on leur laiſſa leur nom & leur fixité. Depuis le tems d'Hypparque, on dit en avoir vu une nouvelle ſous le regne d'Adrien. Cuſpinianus en apperçut une autre dans la conſtellation de l'aigle en 389 ; elle parut auſſi belle que Vénus, & brilla pendant trois ſemaines. Au neuvieme ſiecle Hally & Albumaſar en découvrirent une troiſieme dans le Scorpion ; elle parut pendant quatre mois avec une ſi grande clarté, que la lune la ſurpaſſoit à peine quatre fois en lumiere. Une quatrieme ſe montra en 945, & une cinquieme en 1254, ſuivant Cyprianus Leovitius (*a*). Mais ces apparitions mal circonſtanciées & ſans détails, ont

(*a*) Caſſini, *Elem. d'aſtron.* p. 59.

peu d'autorité ; on ne ſait ſi des cometes n'ont pas été priſes pour des étoiles. Le phénomène le plus déciſif, parce qu'il fut bien obſervé, eſt l'apparition de l'étoile de 1572 (*a*). Sa diſparition, qui ne ſe fit pas long-tems attendre, prouva complettement que les aſtres les plus fixes n'avoient pas une permanence abſolue. Lorſque les obſervateurs ſe multiplierent, lorſque le ciel eut un plus grand nombre de témoins, ſes inconſtances & ſes pertes, long-tems cachées, furent miſes à découvert. David Fabricius découvrit une nouvelle étoile dans le col de la baleine en 1596 ; Guillaume Janſon une dans le col du Cigne en 1600 ; enfin Képler une troiſieme en 1604 (*b*). La premiere & la troiſieme diſparurent en peu de tems : la ſeconde ſeule perſévéra pendant vingt-une années ; puis enfin, comme ſi elle étoit parvenue à la vieilleſſe, elle s'affoiblit & diſparut. Il n'y ayoit donc rien à conclure de ces phénomènes, ſinon que parmi les étoiles, quelques-unes naiſſoient comme nous, étoient ſujettes comme nous à la deſtruction, avec des inégalités de durée & de vie ſemblables à celles de tous les individus. Mais en 1638 Holward (*c*) revit l'étoile de la Baleine, & à peu près au même lieu où elle avoit été apperçue par Fabricius. Il ignoroit ſa premiere apparition, il la perdit lorſqu'elle ſe cacha dans les rayons du ſoleil ; & lorſque cet aſtre, en s'avançant dans l'écliptique, eut rendu viſibles les étoiles de la Baleine, Holward ne retrouva plus ſon étoile, quoiqu'il la cherchât avec ſoin : mais il dût être étonné de la revoir tout à coup le 7 Novembre 1639 (*d*). On la vit les années 1644, 45, 46, 47, 48, avec des alternatives de diſparition & de renaiſſance, telles qu'on ne

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 381.
(*b*) *Suprà*, p. 33.
(*c*) Jean Phocillides Holward.
(*d*) *Hiſtoriola miræ ſtellæ*, p. 148.

la vit jamais une année de ſuite. Hévélius la ſuivit conſtamment en 1648 & en 1660 (*a*). Dans ſon grand éclat, elle paroiſſoit comme une étoile de la troiſieme grandeur, elle deſcendoit par degré juſqu'à la ſixieme, & s'évanouiſſoit.

§. XXII.

Il étoit donc évident que cette étoile avoit des retours, elle n'étoit point de l'eſpece de celles qui diſparoiſſent pour toujours, ni de celles qui ne diſparoiſſent jamais; elle luiſoit, s'éteignoit pour luire de nouveau après un tems; ſes feux & ſa lumiere étoient aſſujettis à des viciſſitudes & à des ſaiſons, comme les choſes de la terre : mais quelle étoit la cauſe qui allumoit ainſi, qui faiſoit revivre les étoiles ſéparées & ſemées dans l'eſpace?

Riccioli eut une idée ingénieuſe (*b*); il penſa que ces étoiles ſont créées, ſont exiſtantes depuis le commencement des choſes, mais qu'elles ne ſont pas lumineuſes dans toute l'étendue de leur globe; une partie eſt brillante, l'autre eſt obſcure. Malheureuſement le Pere gâta cette idée par la ſuperſtition, l'aſtrologie ſe mêloit encore à tout; il crut que Dieu avoit produit ces aſtres, ainſi mêlés de lumiere & de ténebres, pour ſe ménager des ſignes extraordinaires. Il les laiſſe ſans éclat quand il n'a rien à annoncer aux hommes, il tourne & fait briller tout-à-coup ces étoiles, lorſqu'il lui plaît de donner à la terre des avis ou des leçons. L'exiſtence, la formation du monde ſont d'aſſez grands miracles; l'aſtronomie, qui cherche à le connoître pour admirer ſon auteur, n'en doit point ſuppoſer d'autres. Ici elle n'avoit qu'une choſe à faire; elle voyoit des retours, il falloit en chercher la regle. Bouillaud eut la gloire

(*a*) *Hiſtoriola miræ ſtellæ*, p. 148 & 150. (*b*) Riccioli, Almag. Tom. II, p. 176.

de la ſoupçonner & de la découvrir (*a*). Il ſuppoſa, comme Riccioli, que le globe des étoiles avoit une partie obſcure, mais il donne à ce globe une rotation ſur lui-même, qui fait ſuccéder à nos yeux la partie lumineuſe & la partie obſcure. Par la comparaiſon des tems des apparitions, il trouva que cette rotation de l'étoile de la Baleine avoit une période de 333 jours, pendant laquelle s'operent tous les progrès de ſon aggrandiſſement & de ſa diminution. Dans cet intervalle, elle ne paroît que quatre mois, & ſon plus grand éclat ne dure que quinze jours. Cette ſuppoſition d'un mouvement ſur l'axe paroît la ſeule admiſſible (*b*). Nous avons dit (*c*) qu'il étoit impoſſible que ces étoiles décriviſſent des orbites, elles changeroient de lieu dans le ciel; elles ne peuvent non plus s'avancer & reculer en ligne droite dans la direction du rayon viſuel, elles ſe montreroient, comme elles diſparoiſſent, graduellement. Il reſte encore cependant bien des variations à expliquer; nous avons beau pénétrer dans les choſes, nous rencontrons toujours des myſteres: tantôt cette étoile augmente plus vîte qu'elle ne diminue, tantôt elle diminue en moins de tems qu'elle n'a augmenté. Le tems de ſon apparition n'eſt pas toujours le même; quelquefois elle brille pendant quatre mois, & d'autres fois pendant trois ſeulement; ſon plus grand éclat eſt variable, on la voit égaler les étoiles de la ſeconde grandeur, & dans d'autres apparitions, elle n'atteint pas les étoiles de la troiſieme. Enfin, ce qui eſt plus extraordinaire, c'eſt qu'Hévélius, qui ſuivoit conſtamment ſes viciſſitudes, aſſure qu'elle a été quatre ans ſans reparoître (*d*). On ne peut douter qu'elle n'ait le plus ſouvent des retours réglés après 333 jours; il paroît

(*a*) *Bullialdi ad aſtronomos Monita duo*, 1667.

(*b*) M. Caſſini, Elem. d'Aſtron. p. 66.

(*c*) *Suprà*, p 38.

(*d*) Caſſini, Elémens d'aſtronomie, pag. 66.

vraiſemblable que cet aſtre a un mouvement de rotation, qui produit ces retours périodiques, mais il y a certainement quelqu'autre cauſe qui en altere la régularité, & qui fait varier la grandeur & l'éclat de cette étoile. Si l'homme n'a pas tout dit ſur ces phénomènes extraordinaires, il faut ſe rappeler qu'il ignore tant de choſes autour de lui, & on peut s'étonner qu'il ait vu, ſuivi & expliqué, ſouvent ſi heureuſement, les révolutions de ces empires éloignés.

§. XXIII.

Louis XIV commençoit à régner par lui-même en France; Colbert lui inſpiroit la grandeur, & ces utiles dépenſes pour les arts, qui ſont une ſemence pour une récolte abondante. Louis avoit un deſir de gloire que la France ne pouvoit remplir; tout ce qui s'élevoit comme lui attiroit ſes regards, lui devoit des hommages, & méritoit ſes bienfaits. Colbert envoya au nom du Roi une ſomme d'argent & une penſion à Hévélius. On peut juger ſi l'ame d'un homme de lettres, ouverte à tous les ſentimens nobles, & ſur tout à la gloire, eſt touchée d'une réputation, qui, malgré la diſtance, a de ſi grands effets, & combien il s'honore du tribut payé par un grand Roi au génie lointain & étranger. Louons l'amour de la gloire, qui chez les Rois eſt un reſſort utile, & qui produit de tels encouragemens. Hévélius s'en acquitta en dédiant à Colbert ſon premier ouvrage ſur les cometes (*a*), qui fut bientôt ſuivi d'un livre plus conſidérable, de ſa *Cométographie*, où il épuiſe tout ce qu'on a vu, tout ce qu'on a dit juſqu'à lui ſur la nature comme ſur les mouvemens de ces aſtres ſinguliers & paſſagers. Indépendamment

(*a*) *Prodromus cometicus.*

des

des obſervations & des recherches d'Hévélius, il y a dans ces deux traités une grande érudition aſtronomique; & cette ſorte d'ouvrages ſert aux progrès des ſciences, parce que tous les faits y étant raſſemblés, ils offrent un tableau des connoiſſances. Les opinions s'éclairent ou ſe détruiſent les unes par les autres; on voit d'un coup d'œil tout ce qu'on a fait, & une partie de ce qui reſte à faire.

§. XXIV.

L'occasion de ce travail d'Hévélius fut une belle comete qui parut dans le mois de Décembre 1664, & de Janvier 1665. Comme au milieu de ſon cours elle s'enveloppa dans les rayons du ſoleil, & qu'elle parut le ſoir après avoir paru le matin, pluſieurs ſavans en firent deux cometes différentes (*a*). Hévélius ne s'y trompa pas, il la ſuivit & l'obſerva avec le plus grand ſoin. Il falloit profiter de ſon apparition, il quitta tout pour elle (*b*). La comete parut près le bec du Corbeau; elle avoit d'abord une lumiere foible, un noyau de 3 à 4′, & en tout avec ſa chevelure, une étendue de près de douze. Hévélius, au moyen d'un fort téleſcope, apperçut que le noyau n'étoit pas unique & partout également denſe, mais comme compoſé de pluſieurs parties ſéparées & diſtinctes, les unes plus, les autres moins claires (*c*); les diſques des cometes ont donc des taches. Hévélius crut même appercevoir que ces taches avoient changé de place relativement au centre de la comete (*d*). Il conçut pourquoi les cometes paroiſſoient tout à coup & diſparoiſſoient de même; ce n'étoit, ſelon lui, qu'une aggrégation de matiere, ſeulement pour un tems, également facile à former

(*a*) *Prodromus cometicus*, p. 22.
(*b*) *Ibid.* p. 2.
(*c*) *Ibid.* p. 3.
(*d*) *Ibid.* p. 8.

& à diſſiper. Il eſpéra qu'il pourroit être le témoin de l'opération ; le 6 Janvier il apperçut une altération dans le diſque de la comete, qui lui perſuada que le noyau alloit ſe diſſoudre (*a*).

Cette comete eut une queue dès le commencement de ſon apparition ; en paſſant près du ſoleil, cette queue diminua beaucoup, la comete n'eut preſque qu'une grande chevelure & une barbe fort large. Les étoiles brilloient à travers la matiere légere, ou le fluide de cette queue (*b*) ; Hévélius y vit pluſieurs fois un phénomène extraordinaire, c'eſt une ſorte de fluctuation & de ſcintillation : Cornelius Gemma avoit déjà remarqué que quelquefois, & tout à coup ces queues ſe partageoient en rayons. Ces phénomènes annonceront peut-être aux phyſiciens modernes la préſence de l'électricité.

§. XXV.

Hévélius établit trois mouvemens apparens dans les cometes. Les deux premiers naiſſent du mouvement de notre demeure, l'un de la révolution diurne, qui fait tous les jours lever & coucher les aſtres, l'autre de ſa tranſlation autour du ſoleil, qui change tous les jours les aſpects des planetes ; le troiſieme eſt propre à la comete, il n'eſt pas toujours direct, & ſuivant la ſuite des ſignes, comme celui des planetes ; il n'eſt aſſujetti à aucun zodiaque, ni à aucun ſens, & il ſe dirige vers toutes les régions du monde (*c*). Hévélius penſa que le mouvement circulaire ne convenoit point aux cometes (*d*). Elles ſemblent ſuivre pendant quelque tems un grand cercle de la ſphere, mais elles finiſſent par s'en écarter, & elles éprouvent une déflexion marquée. Il traça ſur un planiſphere toutes les

(*a*) *Prodromus cometicus*, p. 10.
(*b*) *Ibid.* p. 7, 8, 9, 11.
(*c*) *Prodromus*, p. 25.
(*d*) *Ibid.* p. 35.

poſitions de la comete, & en réuniſſant les deux extrémités de cette trace, il trouva que la route entiere avoit une courbure allongée, & une forme lenticulaire (*a*).

Les obſervations exactes & aſſidues de cet habile aſtronôme donnerent une confirmation du ſyſtême de Copernic, ou pour mieux dire, du vrai ſyſtême du monde. Cette preuve eſt du même genre que celle que l'on tire du mouvement des planetes, mais la preuve s'augmente & ſe fortifie avec le nombre des exemples. Les cometes ſubiſſent des alternatives de repos & de mouvement, d'accélération & de diminution de vîteſſe. Le mouvement, de rétrograde devient direct, paſſant d'un ſens à un ſens contraire. Toutes ces bizarreries reſteroient aux cometes, ſi la terre étoit immobile; il faudroit des bizarreries différentes dans chaque comete, tandis qu'il ne faut ſuppoſer que différentes poſitions de notre globe. Il eſt inſenſé de créer des abſurdités & des chimeres dans l'ouvrage ſimple & régulier de la nature, pour diſpenſer un petit corps d'un mouvement qui ne lui nuit pas, & pour lui conférer un privilége qui ſeroit unique dans l'univers. Mais lorſque la terre, où réſide l'obſervateur, ſe meut comme l'aſtre obſervé, les bizarteries naiſſent de la complication des deux mouvemens (*b*).

§. XXVI.

On voit par la Cométographie d'Hévélius combien il étoit obſervateur diligent & calculateur ſoigneux; auſſi n'a-t-il été précédé que par Tycho, & a-t-il mérité d'être placé au même rang que lui. La queſtion de la parallaxe des cometes l'intéreſſa beaucoup; Tycho avoit trouvé une parallaxe de 20′ à la

(*a*) *Prodromus cometicus*, pag. 26, & 29.

(*b*) *Prodromus*, p. 29 & 26, *Cometographia*, p. 589.

comete de 1577, elle étoit trois fois plus éloignée de nous que la lune (*a*); Hévélius en trouva une de 31′ à la comete de 1652, dans ſa plus petite diſtance à la terre, elle fut encore deux fois plus loin que la lune (*b*). La comete de 1664, dont la parallaxe étoit de 12′, fut cinq fois plus éloignée que notre ſatellite (*c*). Il étoit donc bien décidé par Tycho & par Hévélius, c'eſt-à-dire, par les deux plus habiles obſervateurs de l'Europe, que les cometes n'étoient point des météores de notre atmoſphere, mais qu'elles occupoient & traverſoient les eſpaces de l'éther comme les planetes (*d*). Il n'y avoit plus moyen de faire naître ces aſtres des exhalaiſons de la terre & des matieres inflammables, charriées par ces exhalaiſons; elles ne s'élevent pas à cette hauteur. Cependant aux yeux d'Hévélius les cometes n'étoient point des aſtres durables; il croyoit en avoir vu une prête à ſe détruire; il établit qu'elles ſont formées d'un amas de matieres hétérogènes, & compoſées de pluſieurs corps aſſemblés (*e*).

Elles ſont produites par les exhalaiſons des autres corps céleſtes; ces corps ont des tranſpirations comme la terre. On peut le croire ſans doute, mais Hévélius n'étoit pas conſéquent. Si les vapeurs de notre globe ne ſortent point de ſon atmoſphere, ne s'élevent même qu'à une petite hauteur, comment les vapeurs des autres planetes s'élevoient-elles davantage? Et tandis que ces produits de la terre retombent ſur ſa ſurface, comment ceux des planetes avoient-ils le pouvoir de les quitter & de s'unir pour briller & voyager ſous l'apparence de cometes? Mais cette aggrégation, la production ſpontanée des cometes, étoit un vieux préjugé; Hévélius ne devoit pas croire à leur

(*a*) La lune a une parallaxe environ de 1°, ou de 60′.
(*b*) *Cometog.* p. 312.
(*c*) *Ibid.* p. 757.
(*d*) *Ibid.* p. 231.
(*e*) *Ibid.* p. 349.

permanence ; il croyoit avoir vu de ſes yeux commencer la diſſolution, il en concluoit & le peu de durée de ces aſtres, & leur naiſſance fortuite ; il les compare aux taches ſolaires. Les cometes ſont comme elles des dépurations, elles n'exiſtent point en maſſe ſphérique & en globe, ce ne ſont que des ſuperficies, ou du moins des diſques avec peu d'épaiſſeur (*a*). Cette erreur étoit neuve, & entierement à lui.

§. XXVII.

Hévélius racheta ces erreurs par des idées aſſez ſaines ſur le mouvement des cometes ; Tycho l'avoit cru circulaire (*b*) ; Képler voulait qu'il s'accomplît dans une ligne droite (*c*). Hévélius, toujours perſuadé de la naiſſance fortuite des cometes, & ſur-tout de leur peu de durée, trouva le ſentiment de Képler plus vraiſemblable. C'eſt en conſéquence de leur forme de diſque que les cometes ne peuvent prendre le mouvement circulaire ; d'ailleurs un cercle, une ellipſe, une courbe fermée & qui revient ſur elle-même, ne peut convenir qu'à des corps qui ont une révolution périodique & une durée éternelle (*d*). Hévélius penchoit donc à regarder le mouvement des cometes comme rectiligne. On peut en effet repréſenter par cette ſuppoſition une grande partie de leur route viſible pour nous : c'eſt dans ce ſens qu'il faut prendre tous les paſſages d'Hévélius, où il affirme que le mouvement s'exécute en ligne droite (*e*), ou preſqu'en ligne droite (*f*) ; il eſt certain qu'il a reconnu une déflexion, une courbure marquée & déciſive (*g*) ; il a vu que cette courbure embraſſoit le ſoleil (*h*). Cette vérité de

(*a*) *Cometog.* p. 170.
(*b*) *Suprà*, Tom. I, p. 412.
(*c*) *Suprà*, p. 121.
(*d*) Hévélius, *comet.* p. 569.
(*e*) *Ibid.* p. 568, 569.
(*f*) *Ibid.* p. 561, 568, 641, 684.
(*g*) *Ibid.* p. 565, 567, 620, 658.
(*h*) *Ibid.* p. 623, 658.

fait étoit une découverte nouvelle, nous devons lui en tenir compte. Cependant l'erreur du préjugé lui fut encore utile; il regardoit les cometes comme des météores échappés dans l'éther; il vit que tous les corps qui nagent dans l'air, ceux qui y ſont lancés comme les fleches & les bombes, les bateaux qui traverſent un fleuve à force de rames, & malgré le courant qui les entraîne, décrivent, ſoit dans l'air, ſoit ſur l'eau, les uns une courbe que nous nommons la *parabole*, les autres un poligone dont le contour a une ſorte de courbure. Cet exemple ſublunaire l'éclaira ſur ce qui ſe paſſe dans l'éther; les météores, devenus cometes, n'y changent point de nature: Hévélius vit ces cometes décrire encore des lignes paraboliques (*a*). C'eſt une belle découverte, c'eſt un pas de la ſcience! Ce pas nous paroît la ſuite & l'effet d'un préjugé. Mais que la vérité ne rougiſſe point de cette origine; qu'importe qu'une eau claire & limpide ait une ſource impure? Tout eſt mêlé ſur la terre, les biens & les maux ſe ſuccedent & s'engendrent mutuellement; & que deviendrions-nous dans notre condition mortelle & paſſagere, ſi les maux ne produiſoient que des maux, ſi les erreurs n'enfantoient que des erreurs, tandis que le mal naît ſi ſouvent du bien même? La terre ſeroit un ſéjour affreux, où tout ce qui nuit auroit ſeul la conſtance & l'hérédité, & où ce qui ſert, ce qui conſole, le bien & la vérité ſeroient ſeuls altérables.

§. XXVIII.

Hévélius jugea qu'une route courbée en parabole naiſſoit de deux mouvemens différens. Les bombes lancées dans l'air, les bateaux qui traverſent les rivieres, ſuivent une ligne para-

(*a*) Hévélius, *Comet.* pag. 659.

bolique, ou du moins une route courbée, parce que la force de la poudre qui lance obliquement les unes, eſt altérée par la peſanteur qui veut les ramener vers la terre; parce que la force des bras & des rames qui dirige un bateau d'un bord à l'autre, eſt contrariée par le courant qui tend à l'entraîner. Hévélius chercha deux forces dans les cometes; l'une eſt la force d'impulſion, par laquelle, ſelon lui, elles ſortent de l'atmoſphere des planetes où elles ſont nées (*a*); l'autre eſt une tendance vers le ſoleil, à qui elles doivent toujours préſenter la même face (*b*): il alla même juſqu'à remarquer que la vîteſſe des cometes étoit la plus grande dans le point où leur courbure eſt la plus marquée, où la ligne menée du ſoleil eſt perpendiculaire à leur route, en un mot au ſommet de la parabole (*c*). Hévélius ſavoit aſſez de mathématiques pour en conclure que le ſoleil étoit dans le plan de la courbe, puiſqu'il eſt le centre de regard & de tendance, & qu'il étoit en même tems placé dans la ligne que nous nommons *l'axe* de la parabole. Mais il n'alla pas plus loin; les progrès & les pas ultérieurs étoient réſervés à d'autres aſtronômes. Si la tendance vers le ſoleil, apperçue par Hévélius, eſt préſentée d'une maniere occulte, elle eſt la lueur d'une vérité qui devoit ſe montrer un jour avec plus d'éclat: mais il rappela formellement l'analogie intéreſſante des cometes avec les planetes; il rompit le préjugé à cet égard. Les unes, il eſt vrai, ſont des corps formés tout à coup, paſſagers, déjà caducs, quoique nouveaux; les autres ſont des corps permanens, & qui durent avec le tems. Mais les cometes décrivent une parabole en s'éloignant, ou en s'approchant du ſoleil; & comme les planetes parcourent autour de lui une ellipſe fermée, les unes

(*a*) Hévélius, *Cometog.* pag. 666 & 670.

(*b*) *Ibid.* p. 666.

(*c*) *Ibid.* p. 669.

& les autres ſuivent donc une trajectoire conique, avec une affinité inconnue, mais remarquable, & avec une harmonie incompréhenſible : ce ſont ſes termes (*a*).

Voilà le degré ou Hévélius, Huygens, Bouillaud & l'Europe avec eux, avoient porté l'aſtronomie à cette époque de l'année 1665. La fin de cette année & le commencement de la ſuivante ſont mémorables ; c'eſt l'époque de l'établiſſement des Académies en France & en Angleterre ; c'eſt le tems où les progrès devinrent rapides, où les travaux ſont multipliés & mêlés. Dans les deux livres ſuivans nous réunirons les inſtrumens inventés pour une perfection juſqu'alors inconnue & ineſpérée ; nous décrirons la nouvelle maniere d'obſerver, qui fonda une nouvelle aſtronomie ; mais nous ne pourrons plus déſormais ſéparer les hommes & les préſenter iſolés. L'édifice de la ſcience commence à s'élever par un concours ; tant de bras y travaillent à la fois, que nous ne pouvons plus faire un enſemble de la vie des aſtronômes, & profiter de l'intérêt qu'ils inſpirent comme hommes. Nous ne devons avoir égard qu'aux choſes ; ce ſont elles qui formeront le tableau. Il nous faut ſuivre les années, marcher non avec l'homme, mais avec l'eſprit humain, & développer par degrés les vérités & les idées dans l'ordre que ſuit le tems, en les répandant ſur la terre.

(*a*) *Cometog.* p. 704.

Borelli a comparé auſſi la route des cometes à une parabole. M. Foſſombroni nous mande d'Italie que dans le 1er vol. des Lettres non publiées des hommes illuſtres, volume imprimé en 1773, on trouve une lettre de Borelli, du 4 Mai 1665, au prince Léopold, où il dit : » il me ſemble » que le mouvement réel & véritable de » la comete actuelle ne ſauroit en aucune » maniere avoir lieu dans une ligne droite, » mais dans une courbe, tellement ſem- » blable à une parabole, que c'eſt un ſujet » d'étonnement. Cela ſe démontre non ſeu- » lement par le calcul, mais par une expé- » rience mécanique.

HISTOIRE

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SIXIEME.

De l'Établiſſement des Académies, & de l'Invention des nouveaux Inſtrumens.

§. PREMIER.

Les premiers inſtrumens pour les progrès des ſciences furent les Académies. Au milieu des opinions diverſes qui naiſſent & meurent ſur la terre, qui ſe combattent & ſe détruiſent, la vérité trouva des aſiles. On dit tout ce qu'on veut dans le ſilence du cabinet, on y parle ſans contradicteurs; il n'en eſt pas de même dans une aſſemblée de ſavans, dont on craint le régard pénétrant & la cenſure éclairée. Les opinions ne s'établiſſent point ſans combat; les vérités ne ſont admiſes qu'après

avoir été reconnues : le dépôt qui s'y forme croît avec les années, & s'épure à tous les momens. Un avantage non moins grand de ces corps eſt celui de leur unité & de leur durée ; ils ſont toujours vivans, les hommes ſe ſuccedent, le même eſprit demeure. Le feu ſacré n'eſt plus confié aux ſoins des particuliers, il eſt conſervé dans le temple de Veſta : tant que ces temples ſubſiſteront, l'ignorance ne ſe montrera pas ; l'inſtruction durera autant que ces dépôts de lumiere. Si l'eſprit humain eſt le réſultat des travaux de nos ancêtres, & des efforts de la génération ſubſiſtante, c'eſt ſur-tout dans les Académies que les vérités nouvelles s'ajoutent aux vérités connues ; c'eſt là que l'eſprit humain réſide : il y eſt vivant dans un nombre d'hommes réunis ; il y parle, il y rend ſes oracles par leur organe ; & ſous cette forme humaine, animé des paſſions de l'utilité & de la gloire, il eſt unique comme l'individu, & durable comme l'eſpece.

§. II.

L'Académie étoit jadis le lieu où Platon inſtruiſoit ſes diſciples : nous nous aſſemblons encore ſous les auſpices de ce philoſophe ; & ce nom, tranſmis à nos ſociétés modernes, annonce que la philoſophie doit être l'eſprit de ces aſſemblées. La premiere, la plus ancienne Académie fut établie par Charles-Magne & par le Conſeil d'Alcuin. Ce n'étoit qu'une ſociété d'érudition, la philoſophie ne s'y montroit pas. La philoſophie parut d'abord à Paris dans des ſociétés particulieres ; Gaſſendi, Deſcartes, Hobbe, Roberval, les Paſcal pere & fils ſe réuniſſoient chez le P. Merſenne ; on y traitoit des ſciences, on y propoſoit des queſtions pour hâter leurs progrès. Ces aſſemblées ſe tinrent enſuite chez M. de Montmort & chez M. Thevenot. M. de Fontenelle raconte que des gentilshommes Anglois voyageant en France, après avoir goûté l'utilité de ces aſſemblées,

en emporterent l'eſprit dans leur patrie (*a*). Les plaies des guerres civiles ſaignoient encore ; la tyrannie des Cromwel alarmoit les eſprits, & ne leur laiſſoit de liberté que dans le ſein des ſciences, dans la culture de leurs vérités paiſibles, & ſur-tout ſéparées des vérités morales & politiques, qui ſont l'effroi des uſurpateurs. Les Anglois formerent de pareilles aſſemblées à Oxfort : bientôt elles donnerent naiſſance à la Société royale de Londres, & lorſque le trône eut été rendu à Charles II, l'héritier légitime, la Société royale fut établie par ſon autorité ; & le génie de la nation donna à cette inſtitution un caractere ſi mâle & ſi puiſſant, qu'on doit à ſa conſtance & à ſes efforts les plus grands progrès des ſciences & de la vérité. L'académie del Cimento, fondée en 1657 par le cardinal de Médicis, l'avoit précédée, mais elle ne dura que peu d'années. L'établiſſement de la Société royale fut commencé en 1659 ; elle prit une forme réguliere en 1662, & ſes mémoires, intitulés *Tranſactions philoſophiques*, ont commencé à l'époque de 1665.

§. III.

L'Académie des Sciences de Paris fut fondée à la fin de l'année ſuivante. La France, depuis long-tems troublée par la guerre, reſpiroit par la paix des Pyrenées ; Mazarin n'étoit plus, Louis XIV régnoit déjà par lui-même, & les idées de la nation s'aggrandiſſoient avec les ſiennes. Il aimoit la domination & la guerre, mais il encouragea les arts de la paix ; il ſentit les avantages qui réſultent, pour l'état & même pour les Rois, de la culture des ſciences & des lettres, l'encouragement deſcend du trône, & leur gloire rejaillit ſur lui. L'Académie françoiſe, établie dès 1635 par un grand miniſtre,

(*a*) Hiſtoire de l'Acad. des Scien. Tome I, p. 3.

eut pour ſœur l'Académie des Sciences, fondée par un jeune Roi qui devoit mériter le nom de Grand, & par Colbert, miniſtre à jamais regretté, qui dirigeoit alors ſa jeuneſſe. L'Académie des Sciences s'aſſembla pour la premiere fois le 22 Décembre 1666; les plus diſtingués de ſes membres mathématiciens furent alors Roberval, Auzout, Picard, Richer, &c., mais l'Académie s'enrichit encore par des adoptions. Louis XIV vouloit faire contribuer le monde à ſa gloire; il concentroit les lumieres de l'Europe à Paris comme dans un foyer; le Dannemarck lui donna Roëmer, la Hollande Huygens, & l'Italie Dominique Caſſini. Voilà la baſe ſolide ſur laquelle il établit ſon Académie des ſciences, & les exemples qu'il propoſoit à ſes ſujets! Auſſi cette Académie n'a-t-elle pas dégénéré de ſes nobles inſtituteurs; & ſes efforts ſoutenus & couronnés pendant plus d'un ſiecle, l'ont placée au premier rang des corps éclairés de l'Europe. On n'a vu nulle part des travaux plus ſuivis & plus multipliés; des découvertes nombreuſes & brillantes y ont été faites; l'aſtronomie entiere y a été embraſſée, cultivée: & la collection de ſes mémoires démontre l'étendue & l'utilité de ſes productions. Les Académies de Paris & de Londres ſont deux émules, qui doivent s'honorer d'une inſtitution & d'une nobleſſe également anciennes, & de la carriere brillante & glorieuſe qu'elles ont également parcourue.

§. IV.

Mais tous ces ſecours, nés de la protection des princes & de l'union des ſavans, n'auroient pu porter les ſciences au-delà des forces de l'homme, limité par la foibleſſe de ſes organes; il falloit aider ces organes, les rendre plus étendus, plus puiſſans; & c'eſt ici qu'on doit admirer l'eſprit humain, qui recule

les limites de la nature humaine. Les téleſcopes, découverts en 1610, n'avoient pas reçu beaucoup de perfection juſqu'à cette époque de 1666; nous avons vu qu'Hévélius en avoit fait lui-même, mais ils ne ſurpaſſoient pas douze ou quinze pieds de longueur. Huygens, dès les premiers efforts, parvint à en faire de vingt-deux pieds (*a*). Campani, doué d'une adreſſe & d'un génie particulier pour ce travail, en fit pluſieurs par l'ordre de Louis XIV, & pour l'uſage de Dominique Caſſini, qui avoient quatre-vingt-ſix, cent & cent trente-ſix pieds de foyer. Tous les objectifs qu'il a travaillés ne ſont pas de cette longueur exceſſive, mais ils ſont tous recommandables par leur bonté. Huygens, par de nouvelles tentatives, parvint à en faire un de deux cent dix pieds. Auzout & Hartzoecker allerent encore plus loin, & réuſſirent, dit-on, à en faire de ſix cens pieds. Ces objectifs d'un ſi long foyer avoient une courbure très-peu ſenſible, & devenoient difficiles à travailler. Hook en Angleterre & Harstsoecker en Hollande, donnerent des méthodes pour y réuſſir (*b*); mais on avoit déjà atteint les bornes de l'art, du moins pour ce ſiecle, & il convient que nous expliquions ici les obſtacles qui empêchoient de plus grands progrès.

§. V.

DESCARTES, nous l'avons dit (*c*), avoit remarqué que les verres objectifs, taillés en forme ſphérique, ne réuniſſent pas tous les rayons dans un point de leur axe, comme cela ſeroit néceſſaire pour la netteté des images. Les rayons partis du même point de l'objet, & tombés ſur toute l'étendue de l'ob-

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtron. mod., *ſuprà*, 217.

(*b*) Hiſt. des math. T. II, p. 606 & ſuiv.

(*c*) *Suprà*, p. 199.

jectif, s'y réfractent, se réuniſſent dans différens points de l'axe, & y forment différentes petites images placées les unes devant les autres; c'eſt ce qu'on nomme *l'aberration* de ſphéricité. Gregori (*a*) remarqua un autre défaut, mais moins conſidérable: c'eſt que les rayons partis des différens points de l'objet, au lieu de former une image plane & droite, forment une image courbe, c'eſt ce qu'il nomme *l'incurvation* des images. Mais le plus grand inconvénient, c'eſt lorſque l'ouverture de l'objectif eſt trop grande, & paſſe une certaine proportion néceſſaire; alors les images ſe colorent comme les objets vus à travers un priſme; elles s'enrichiſſent d'une couronne où l'on diſtingue des nuances rouges, jaunes, vertes. C'eſt l'arc-en-ciel, c'eſt Iris elle-même qui eſt placée au foyer, & à l'entour des images; le phénomène en a retenu le nom, ces anneaux, ces bandes colorées s'appellent des *Iris*. La profuſion de la nature produit ici un obſtacle; cette richeſſe ſuperflue eſt embarraſſante comme toutes les choſes de luxe. Ces inconvéniens, l'incurvation des images, qui eſt un peu ſenſible, l'aberration de ſphéricité, les Iris ſont proportionnées à l'étendue de l'objectif; on peut donc les diminuer, les rendre moins ſenſibles en diminuant cette étendue. Mais en même tems il faut conſidérer que l'image, qui ſe forme dans le tuyau du téleſcope au foyer de l'objectif, n'eſt éclairée que de la lumiere qui paſſe à travers l'ouverture, & par l'étendue de cet objectif. Les téleſcopes groſſiſſent d'autant plus qu'on y adapte un oculaire d'un foyer plus court; c'eſt une loupe plus forte qu'on y applique. Mais nous avons dit (*b*) que ces loupes plus fortes donnent une lumiere moins ſerrée, & dès-là moins active; elles introduiſent dans l'œil un faiſceau plus large, dont la

(*a*) Hiſt. des Mathém. T. II, p. 595. (*b*) *Suprà*, p. 102.

pointe qui doit peindre ſur la rétine, eſt plus émouſſée. Quand on groſſit trop relativement à la quantité de lumiere, l'obſcurité naît & l'on voit mal : car pour bien voir, il faut que la repréſentation de l'objet ſoit exacte & diſtincte ; & puiſque l'image eſt un peu déformée, & ſur-tout entourée de couleurs, plus la loupe groſſit, plus elle étend, plus elle fait paroître ces couleurs, plus elle amplifie tous les défauts. D'un autre côté, comme il n'y a qu'une certaine quantité de lumiere, ſi on l'émouſſe par un groſſiſſement trop fort, la viſion ceſſera d'être diſtincte. Il faut donc augmenter l'ouverture des objectifs pour avoir plus de lumiere, & pour pouvoir groſſir davantage. Mais les trois cauſes d'imperfections, que nous venons de détailler, exigent que la courbure de ces objectifs n'embraſſe qu'un petit nombre de degrés. Des verres foyer plus long, ſans embraſſer plus de degrés, peuvent avoir plus de largeur. Ils donnent donc plus de lumiere, ils permettent d'employer des oculaires plus forts, & les images ſont groſſies en conſéquence.

§. VI.

Dans le tems qu'on s'occupoit ainſi à perfectionner le travail des objectifs, on ne voyoit point de bornes à la longueur des lunettes & aux découvertes du ciel. On penſoit qu'il ſeroit poſſible de voir des animaux dans la lune. Deſcartes l'avoit dit, Hook n'en déſeſpéroit pas. Auzout (*a*) obſerve qu'en ſuppoſant la lune à 60000 lieues de nous, une lunette qui groſſiroit mille fois, rapprocheroit la lune à 60 lieues. Mais il demande quels ſont les animaux & les choſes que l'on peut voir ſur la terre à cette diſtance. Hook (*b*), répondoit qu'il y

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. T. VII, Part. 2, p. 31.

(*b*) *Ibid.* p. 76. Tranſac. phil. 1665, N°. 4.

objectifs de cent & de cent trente-ſix pieds que Louis XIV avoit fait faire à Campani, & celui de cent vingt-deux pieds dont M. Huygens avoit fait préſent à la Société royale. En effet un rayon de cette longueur eſt difficile à diriger, quand il s'agit d'élever une de ſes extrémités, tandis que l'œil eſt placé à l'autre ; le poids eſt un embarras, l'agitation du vent eſt un obſtacle, le moindre déplacement eſt ſenſible au bout de ce rayon : on doit à chaque inſtant perdre l'aſtre de vue. Les ſuccès étoient alors achetés par la conſtance & par la fatigue ; mais la curioſité humaine eſt induſtrieuſe, elle eſſaya de ſe rendre maîtreſſe de cet inſtrument par le moyen des machines. Perrault, Lahire, Dominique Caſſini propoſerent différens moyens. Le P. Sebaſtien ſe ſervoit d'une vergue égale à la longueur de l'objectif, & ſoutenue par des cordes. Dominique Caſſini employoit un mat ſurmonté d'une poulie, avec une corde dont les deux bouts étoient attachés au tuyau de la lunette, & qui ſervoit à lui donner toutes les inclinaiſons. Boffa eut une idée aſſez ingénieuſe, c'étoit de dreſſer perpendiculairement le tuyau de la lunette, & de renvoyer ſur l'objectif l'image de l'objet, au moyen d'un miroir incliné & mobile (*a*). Mais outre pluſieurs inconvéniens, cette diſpoſition en a un conſidérable, qui eſt l'affoibliſſement de la lumiere ; il s'en perd environ la moitié dans la réflexion des miroirs. Huygens employa un moyen encore plus ſimple ; c'étoit de ſupprimer le tuyau de la lunette, d'élever l'objectif à une certaine hauteur, & de ſe placer ſoi-même au foyer, avec un oculaire à la main. On ſuivoit, en changeant de place, le mouvement de l'aſtre, & le changement du foyer ; mais il eſt aiſé de ſentir combien les objets environnans devoient diſtraire l'attention.

(*a*) Journal des Savans, 1682, p. 411.

Un obſervateur qui a l'œil dans une lunette, eſt ſeul avec ſon objet : ici expoſé à l'air libre, le ciel entier étoit devant ſes yeux ; la foible lumiere des aſtres, répandue dans l'atmoſphere, nuiſoit à la viſion ; l'attention pour ne pas perdre l'aſtre de vue, pour le retrouver quand on l'avoit perdu, les attitudes gênantes, devoient fatiguer extrêmement les obſervateurs ; il falloit voir vîte, parce que l'aſtre paſſe rapidement dans une lunette qui groſſit beaucoup. C'eſt cependant en ſurmontant toutes ces difficultés, qu'ont été faites les découvertes que nous décrirons dans les livres ſuivans ; elles n'ont point rebuté des hommes enflammés du deſir de connoître, & ce courage, cette obſtination louable n'eſt pas une petite partie de leur gloire.

§. VIII.

L'ART de meſurer le tems avança & ſe perfectionna tout à coup par une invention mémorable. Huygens avoit trouvé trop de ſecours & de moyens dans des téleſcopes mieux travaillés, & plus forts, pour ne pas chercher des ſecours ſemblables dans la perfection des autres inſtrumens. Il médita ſur les horloges, & il regretta ſans doute que l'uſage de cette belle machine fût ſi borné par ſon inexactitude ; il ſe rappela que Galilée avoit employé le pendule à la meſure du tems, mais le pendule ne ſervoit alors que pour de petits intervalles. En peu de tems le nombre des vibrations eſt conſidérable, il eſt difficile de les compter ; d'ailleurs l'air réſiſte au mouvement des corps, le pendule, mis en mouvement, diminue peu à peu ſes vibrations, & finit par s'arrêter : voilà les difficultés. Huygens heureuſement ne déſeſpéra pas de ſon génie ; il penſa que pour compter les vibrations, il ſuffiſoit d'adapter au pendule un rouage qui portât des aiguilles, & qui marquât ſur un cadran

le nombre des vibrations accomplies ; il ſentit enfin la poſſibilité d'appliquer le pendule aux horloges. Huygens n'avoit alors que vingt-ſept ans ; pour un homme ſupérieur, & qui eſt dans la force de l'âge & du génie, la poſſibilité de l'invention eſt l'invention même. Voici comment il s'y prit, il emprunta l'idée des palettes du balancier (*a*), leſquelles, en s'engrenant alternativement dans les dents d'une roue, ſervent à retarder la deſcente du poids, moteur des horloges qu'Huygens avoit ſous les yeux. Il appliqua ces palettes à l'extrémité ſupérieure du pendule, il les fit engrainer de même dans les dents d'une roue. Le mouvement de la roue ſe conforme à celui du pendule, une dent échappe à chaque vibration ; & comme les vibrations ſont toujours égales, les pas de la roue ſont toujours uniformes. Galilée s'étoit contenté de remarquer l'iſochroniſme du pendule, il l'avoit employé pour meſurer de très petites durées, ſans s'embarraſſer en combien de tems chaque vibration étoit accomplie. Il ſavoit cependant que ce tems étoit d'autant plus court que le pendule étoit moins long. Huygens détermina quelle longueur il falloit lui donner pour que chaque vibration fût d'une durée, déjà adoptée pour meſure du tems, telle qu'une ſeconde, la 60e partie d'une minute, la 3600e partie d'une heure, & cette longueur qui force le pendule à battre les ſecondes, eſt de trois pieds, huit lignes & demie. Chaque vibration, chaque pas de la roue s'accomplit donc en une ſeconde, & le cadran, qui par le moyen du rouage montre le nombre des pas de la roue, montre auſſi le nombre des heures, des minutes & des ſecondes écoulées. Cette invention remédioit en même tems à la ſeconde difficulté qui avoit empêché l'uſage du pendule ; car dans cette

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 322.

machine, le poids, qui en eſt le moteur, ſollicité à deſcendre, tend à faire mouvoir la roue, la roue fait un petit effort ſur la palette, & reſtituant au pendule, à chaque vibration, ce qu'il a perdu de mouvement par la réſiſtance de l'air, il continuera de ſe mouvoir tant que le poids continuera de deſcendre. Huygens eut l'idée de ce méchaniſme en 1656, & il préſenta la premiere horloge à pendule aux Etats de Hollande le 16 Juin 1657 (*a*). Cette belle machine d'un uſage continuel pour meſurer les intervalles de la vie & les tems aſtronomiques, eſt un don que le génie d'Huygens a fait à l'humanité ; c'eſt une des plus ingénieuſes inventions dont elle puiſſe s'applaudir, & par l'heureuſe combinaiſon des idées, & par l'utilité de la découverte. On a voulu la revendiquer en faveur de Galilée ou de ſon fils (*b*), mais cette réclamation eſt ſans preuve, & l'utilité de l'application du pendule démontre que ſi elle avoit été faite avant Huygens en Italie, elle ne ſeroit pas reſtée pendant vingt ans inconnue & ſans uſage.

§. IX.

Huygens, profond géometre, étoit trop accoutumé à l'exactitude des concluſions géométriques, pour n'avoir pas quelque ſcrupule ſur l'uniformité de ſa nouvelle horloge ; cette uniformité étoit fondée ſur l'égalité des vibrations du pendule, c'étoit une vérité de l'expérience de Galilée ; mais de quelle expérience ! On ignore comment ce grand homme avoit pu s'aſſurer que des oſcillations ſi petites, accomplies dans un ſi petit tems, le fuſſent dans un tems égal. L'aſſertion de Galilée, ſon expérience ne prouvoit qu'une choſe, c'eſt que les inégalités ne pouvoient pas être ſaiſies par nos ſens. Cette égalité

(*a*) *Hugenii horologium*, p. 1. (*b*) Hiſt. des Math. T. II, p. 384.

ſenſible ſuffiſoit à Galilée pour l'emploi du pendule dans un intervalle très-court ; mais lorſqu'on vouloit lui faire meſurer des jours, des mois, des années, ces inégalités devoient s'accumuler, & pouvoient ceſſer d'être inſenſibles. Huygens demanda du ſecours à la géométrie ; il chercha quelle étoit la courbe le long de laquelle il falloit faire deſcendre un corps, pour que le tems de la chûte fût toujours le même, quel que ſoit le point de cette courbe, & la hauteur où la chûte commençât. La géométrie en effet lui en fournit une, c'eſt la cycloïde (*a*). Cette propoſition doit paroître paradoxale, que deux corps roulans ſur un plan qui auroit la forme de cette courbe, partis de deux hauteurs différentes, arrivaſſent en même tems au terme de leur chûte : c'eſt cependant une vérité inconteſtable, reconnue par la théorie & par l'expérience. La cycloïde, convenablement diſpoſée (*b*), a ſa partie ſupérieure preſque verticale, & ſa partie inférieure preſque horiſontale. Les corps tombent plus vîte par la direction verticale que par une direction inclinée. Le corps qui part de plus haut commence donc ſa chûte avec plus de vîteſſe ; ce n'eſt pas tout : en conſéquence des loix de la chûte toujours accélérée des graves, ſi le corps parti de plus haut a plus d'eſpace à parcourir, il reçoit plus d'accélération que le corps parti de plus bas ; & ces deux choſes, la grandeur de l'eſpace & l'augmentation de la vîteſſe ſe compenſent tellement, que les deux corps arrivent en même tems au bas de la courbe.

§. X.

Mais cette découverte de la théorie étoit d'une application bien difficile ; comment faire marcher un pendule le long

(*a*) *Hugenii horologium*, p. 87. (*b*) L'axe étant perpendiculaire à l'horizon.

d'un cycloïde? Huygens y réuſſit cependant, & cet effort, quoiqu'il ait été ſuivi de peu d'utilité, fait trop d'honneur à l'eſprit humain pour que nous le paſſions ſous ſilence. Huygens avoit découvert une eſpece de courbe engendrée d'une maniere ſinguliere. Suppoſons une courbe le long de laquelle on ait plié & couché un fil, ſi l'on ſaiſit une des extrémités de ce fil, & qu'on le déplie ſucceſſivement, cette extrémité décrira une ſeconde courbe. La premiere d'où le fil ſe déroule & ſe déplie, eſt nommée la *développée* de la ſeconde. Huygens chercha quelle étoit la développée de la cycloïde, & il trouva que c'étoit encore la cycloïde (*a*). La cycloïde, en ſe développant, ſe reproduit elle-même. Alors Huygens plaça au point de ſuſpenſion de ſon pendule, & des deux côtés, deux petites lames de métal auxquelles il donna la forme de cette courbe (*b*). Il ſuſpendit la verge de ſon pendule à un fil: dans les vibrations alternatives, le fil ſe plie & ſe courbe ſur les lames cycloïdales; & en ſe développant, ce fil ou le pendule qui eſt ſon prolongement, ne peut décrire également qu'une cycloïde.

Huygens, par cette ſuſpenſion ſavante força donc le pendule de deſcendre & de remonter, en oſcillant le long de cette courbe; mais l'invention, quoiqu'infiniment ingénieuſe, quoique produite par des méditations profondes, n'a pas été long-tems ſuivie. On ne conſtruit plus d'horloges ſur ce principe, la pratique a reconnu, la géométrie a démontré qu'il eſt inutile. Les petits arcs de cycloïde ne different point des petits arcs de cercle: ceux-ci jouiſſent des mêmes propriétés, & pourvu qu'un pendule ne faſſe que des oſcillations peu étendues, elles ſont toutes & toujours égales, & le pendule eſt iſochrône.

(*a*) *Hugenii opera*, Tom. I, p. 183. (*b*) *Ibid.* p. 30.

§. XI.

On fut donc en poſſeſſion d'une horloge ſuſceptible de la plus grande exactitude ; l'homme la fait mouvoir d'un mouvement plus égal que celui des aſtres. On reconnut la néceſſité d'employer chaque jour l'équation du tems inégal du mouvement du ſoleil, découverte par Hypparque. Si cette équation n'avoit pas été connue, les pendules l'auroient manifeſtée ; mais avec cette correction, nous jouiſſons de la certitude du tems qui s'écoule. Dans l'uſage de la vie, avec peu de ſoin, on doute à peine des minutes, lorſque les anciens, avec leurs clepſidres, doutoient peut-être des heures. Mais dans l'uſage aſtronomique, en employant les corrections & les attentions néceſſaires, on voit des pendules ne pas varier d'une ſeconde en deux mois, & de cinq ſecondes en une année (*a*).

Cependant fort peu de tems après l'invention d'Huygens, on s'apperçut d'une ſource d'inégalité. Picard en 1669 remarqua que les horloges à pendule retardoient en été, & avançoient en hiver. On en donna alors une mauvaiſe raiſon ; voici la vraie : la chaleur dilate tous les corps, elle les étend, elle les alonge ; le pendule devient donc plus long en été, & il ne peut paſſer ainſi la longueur qui lui a été aſſignée pour battre les ſecondes, ſans employer plus de tems à ſes vibrations ; ſi ce tems eſt augmenté d'une ſoixantieme partie, il ne fera plus à peu près que 59 vibrations en une minute, & à chaque minute l'horloge retardera d'une ſeconde. Le froid qui reſſerre les corps, qui diminue leur volume, & accourcit leur longueur, produit des effets contraires, & les horloges avancent en hiver. Pour ne pas revenir ſur cette matiere, nous dirons qu'on a imaginé

(*a*) M. de la Lande, *Aſtron.* art, 2465. (*b*) Hiſt. de l'Acad. des Sc. T. I, p. 73.

depuis un moyen très-ingénieux de remédier à la variation de la longueur du pendule. On a tiré ce moyen de la cauſe même de l'inégalité : nous ne ſurmontons la nature qu'en l'oppoſant à elle-même. Tous les corps ſe dilatent, mais comme leur contexture eſt différente, ils ſont inégalement travaillés par la chaleur, ils ſe dilatent inégalement. Le fer, par exemple, s'alonge beaucoup plus que le cuivre. On a oppoſé un de ces métaux à l'autre, en formant la verge du pendule de deux lames, l'une de fer, l'autre de cuivre. Comme les dilatations, les alongemens ſont en raiſon des volumes, on proportionne en conſéquence les longueurs de ces lames, & quoique les métaux ſoient différens, les alongemens ſont égaux ; alors elles ſont diſpoſées de maniere que ſi la dilatation du fer alonge le pendule, fait deſcendre la lentille qui le termine, la dilatation du cuivre la remonte auſſi-tôt, & de la même quantité. On a depuis varié ces combinaiſons & ces moyens ; mais il nous ſuffit d'avoir indiqué ici le principe, & d'avoir montré comment on peut conſerver au pendule la longueur préciſe d'où dépend ſa régularité, malgré les changemens de l'atmoſphere où il exécute ſes mouvemens, & malgré le froid & la chaleur qui le modifient,

§. XII.

Voila ce qu'on avoit fait dans ce ſiecle pour perfectionner le nouvel organe par lequel l'homme s'avance dans l'eſpace, & l'inſtrument qui lui ſert à meſurer & à décompoſer le tems. Il ſemble qu'il y ait des époques où la nature permet une préciſion tout-à-fait nouvelle ; elle accumule les moyens de l'atteindre : on pénetre plus avant dans les choſes, & il en naît une révolution dans les connoiſſances. Le pendule étoit un grand

grand moyen de préciſion, la même époque en vit naître un autre, qui fut le micrometre. Le micrometre, le nom le dit, eſt un inſtrument propre à meſurer de petits objets, de petits eſpaces. Dans l'invention des inſtrumens circulaires, comme les armilles, les ſextans, les quarts de cercle, l'homme va toucher les deux extrémités d'une diſtance ſenſible dans le ciel, & la meſurer par l'écartement des rayons viſuels, rayons repréſentés ſur l'inſtrument par les deux alidades. Mais lorſque la diſtance, ou l'objet ſont trop peu ſenſibles, lorſqu'ils ſe dérobent à la pince qui veut les ſaiſir, l'homme ſemble avoir atteint le terme de ſa puiſſance; ſes organes, ſes mouvemens, ſes moyens ſont finis, il ne peut ſe meſurer avec les choſes ou infiniment grandes, ou infiniment petites, la nature lui échappe ou par ſon étendue, ou par ſa ténuité; placé comme dans un milieu, ſon génie a rapproché de lui les deux extrémités de la dimenſion. Un ſeul inſtrument, le microſcope, puiſque les lunettes ne ſont que des microſcopes (*a*), lui avoit rendu ce ſervice. D'un côté, les détails inſenſibles des choſes, les êtres inviſibles par leur petiteſſe, vivans pour l'univers, ſans exiſtence pour l'homme, ſont créés de nouveau par la puiſſance de l'inſtrument, & forcés de s'aggrandir pour ſe montrer à ſa vue; de l'autre, tous les objets perdus dans le lointain de l'eſpace, les diſtances ſerrées, anéanties par l'éloignement, s'aggrandiſſent par la même puiſſance, & ſa vue peut les parcourir. Si l'homme les voit, il peut les meſurer; ſi leur étendue eſt devenue ſenſible, elle eſt appréciable. Nous n'avons eu pendant long-tems que la voie de l'eſtimation; ces eſſais, en cherchant l'exactitude, annonçoient le beſoin d'un inſtrument qui peut ſeul la donner. Nous avons vu qu'Hortenſius avoit cherché deux étoiles, dont

(*a*) *Suprà*, p. 101.

la petite diſtance, meſurée par Tycho, fût égale à l'étendue de l'eſpace du ciel découvert dans ſa lunette. Il connut donc cette étendue, qui ſe trouva de 42 minutes; il chercha d'autres étoiles, dont la diſtance encore plus petite, fût une ſubdiviſion de cette étendue; & enſuite lorſqu'une planete comme Jupiter ſe trouva près de ces étoiles, il compara le diametre de ſon diſque à leur diſtance, pour eſtimer la grandeur de la planete (*a*). Tout cela étoit pénible & long; ce n'étoit qu'une eſtimation, & ces trois meſures ſucceſſives avoient chacune leur inexactitude.

§. XIII.

Huygens, deſtiné à perfectionner tous les objets ſur leſquels il s'eſt arrêté, parvint à une eſtimation plus facile & plus exacte, par une remarque heureuſe; il s'apperçut que les objets, qui dans l'intérieur de la lunette ſe rencontroient au foyer de l'objectif & de l'oculaire, étoient vus très-diſtinctement, & groſſis dans la même proportion que les images des choſes extérieures. Cela devoit être ainſi par la nature du téleſcope; images des objets, objets réels, il étoit naturel que la loupe groſsît tout ce qui ſe trouvoit au terme, où elle exerce ſa puiſſance. Mais ce n'eſt pas la premiere fois que l'expérience a montré ce que la théorie devoit voir d'avance, & ce qu'elle n'avoit pas vu. Huygens ſentit toute l'utilité de cette remarque; il imagina de placer dans ce point du foyer un anneau circulaire, & par une ouverture ménagée exprès au tuyau de la lunette, il introduiſit une petite lame de métal, aſſez longue pour traverſer l'anneau, & inégale dans ſa largeur. Au moyen de ſon horloge à pendule, il pouvoit ſavoir combien une étoile employeroit de ſecondes pour parcourir le diametre de cet anneau; & comme à chaque ſeconde de tems répond un eſpace de 15 ſecondes du cercle de

(*a*) *Suprà*, p. 163.

l'équateur, il en concluoit combien de minutes & de ſecondes répondoient dans le ciel à l'étendue du champ de ſon anneau. Cela fait, avec un compas très-fin, il meſuroit le rapport de ſon diametre aux différentes largeurs de la petite lame; il ſavoit donc aſſez exactement quel étoit l'eſpace du ciel caché par ces différentes largeurs; & après toutes ces meſures préliminaires, quand la lame étoit replacée dans la lunette, il ne s'agiſſoit plus que d'eſtimer, à quelle largeur pouvoit répondre le diametre de telle ou telle planete (*a*); idée tout-à-fait ingénieuſe, & qui donne à Huygens l'invention du micrometre. La méthode d'Hortenſius en contenoit le germe; Huygens apperçut ce germe, & le développa.

§. XIV.

C'ÉTOIT en 1659 qu'Huygens publioit cette idée. Le marquis Malvaſia, vers 1662 en Italie, y fit un changement, d'abord peu utile; ce n'étoit encore qu'un moyen d'eſtimation, mais il mit ſur la voie d'un moyen plus exact. Au lieu de l'anneau & de la lame de métal qu'Huygens plaçoit au foyer de la lunette, il y plaça un chaſſis garni de fils d'argent très-déliés, qui tendus d'un côté à l'autre, & ſe croiſant à angles droits, partageoient ce chaſſis en un nombre de petits quarrés égaux, l'un deſquels étoit encore ſubdiviſé en plus petits carreaux, par de nouveaux fils. La grandeur du chaſſis étoit déterminée de même que celle de l'anneau d'Huygens. Le rapport de ces petits quarrés au chaſſis étoit connu; on pouvoit donc leur comparer le diametre d'une planete, & meſurer ſa grandeur par le nombre de ces eſpaces, ou de leurs ſubdiviſions (*b*). Cet inſtrument avoit un avantage que n'eut point la lame d'Huygens,

(*a*) *Hugenii opera*, p. 593. Mémoires de l'Académie des Sciences, 1717, p. 238.
(*b*) Malvaſia, *Ephémérides*, p. 196.

c'eſt que tout le champ de la lunette étoit partagé en parties connues, & que lorſque deux étoiles s'y rencontroient en même tems, leur diſtance mutuelle pouvoit être évaluée. Cette diſpoſition donne à M. Malvaſia une grande part à la perfection de cet inſtrument. Mais on conçoit que l'objet, le diſque de la planete, la diſtance des étoiles, n'étoient preſque jamais contenus exactement dans un ou dans pluſieurs de ces carreaux, le reſte s'eſtimoit à peu près. Pour parvenir à la préciſion des meſures, il falloit un changement important, & ce fut Auzout qui le fit (*a*). C'eſt Auzout qui donna à cet inſtrument l'exactitude rigoureuſe, ou du moins l'exactitude dont les moyens humains ſont ſuſceptibles; & comme nous n'avons pas d'autre but dans les ſciences, celui qui atteint ce but, a fait le plus pour elles. De cette multitude de fils, Auzout n'en laiſſa ſubſiſter que deux (*b*), l'un fixe & traverſant toute l'étendue du chaſſis, l'autre parallèle & mobile, qui au moyen d'une vis ſe rapprochoit toujours parallèlement, pour venir embraſſer l'eſpace du diametre de la planete; il n'y avoit pas de plus ou de moins : l'eſpace étoit ſaiſi par ces deux extrémités, & pouvoit toujours être comparé au champ de la lunette, déterminé comme le faiſoit Huygens. Cet inſtrument eſt fondé ſur le même principe que les grands inſtrumens circulaires dont les alidades vont, par le prolongement de la vue, toucher & enfermer l'eſpace qu'on veut meſurer. Ici c'eſt une pince plus fine qui ſerre de plus près. Il eſt évident que pour avoir l'idée, ou, ſi nous oſons le dire, la ſenſation meſurée de ces intervalles encore petits, quoiqu'amplifiés par le téleſ-

(*a*) M. de Fontenelle lui aſſocie Picard, Mémoires de l'Acad. des Sciences, Tom. I, page 7.

(*b*) *Voyez* (*fig.* 13). Lorſqu'on veut meſurer le diametre de la planete A, on place un de ſes bords ſur le fil fixe, & on amene le fil mobile KL en *kl*, de maniere qu'il touche l'autre bord; ce fil marche par le moyen de la vis DC, qui en même tems fait mouvoir l'aiguille S. Les diviſions du cadran montrent le chemin que le fil a fait, & la quantité de l'eſpace meſuré.

cope, il falloit un organe flexible & mobile qui pût s'accommoder à leur petiteſſe. C'eſt une main délicate, qui touche tout ce que l'œil peut appercevoir; appliquée ſur ces objets déliés, elle joint ſon rapport à celui de la vue. L'homme ne connoît les choſes qu'à proportion du nombre de ſes ſens qu'il peut leur appliquer. Le téleſcope, en dévoilant les détails du ciel, a conduit notre œil dans les hautes régions de l'univers, l'homme y ſemble tranſporté tout entier par l'inſtrument qui ſoumet ces détails au tact, c'eſt-à-dire, au plus intime de nos ſens, & preſque le ſeul qui ne s'exerce point à diſtance.

§. XV.

Auzout communiqua ſon invention à toute l'Europe; les premieres meſures obtenues de ce nouvel inſtrument furent imprimées dans les tranſactions philoſophiques (*a*). C'eſt alors que l'Angleterre éleva ſa réclamation en faveur de Gaſcoigne; cet aſtronôme dont nous n'avons point parlé, parce qu'il n'a rien publié, vivoit du tems d'Horrox & de Crabtrée; jeune & plein de génie comme eux, enlevé comme eux à la fleur de l'âge par le fléau des mêmes guerres civiles. M. Townley, en 1667, réclama pour ſon compatriote (*b*). M. Bevis revint ſur cet objet en 1753, après avoir trouvé une lettre originale de Gaſcoigne, écrite en 1640, où l'on voit que cet ingénieux aſtronôme s'étoit ſervi du micrometre pour meſurer les diametres des planetes (*c*). On ne peut ſe refuſer à ces témoignages adoptés par la Société royale, & à cette juſtice qui illuſtre la mémoire de Gaſcoigne; on voit ce qu'il auroit pu faire, s'il n'avoit pas été enlevé à vingt-quatre ans. Cependant cette priorité de date n'enleve point à la France l'honneur de l'invention, les

(*a*) Tranſactions philoſophiques, 1666, N°. 21.

(*b*) *Ibid.* 1667, N°. 25.

(*c*) *Ibid.* 1753, N°. 190.

Anglois diront, le micrometre de Gaſcoigne, les François, le micrometre d'Auzout; mais pour l'Europe, pour la ſcience, Auzout ſera le véritable inventeur. Ce n'eſt point la prévention nationale qui nous conduit; lorſque nous écrivons l'hiſtoire des ſciences, elles appartiennent à tous les pays, nous ſommes citoyens du monde: mais une conſidération importante nous décide. Les idées, les inventions naiſſent à l'époque d'une certaine maturité; ſouvent le beſoin, la néceſſité les appellent; il eſt donc naturel que les eſprits ſe portent vers ces idées néceſſaires aux progrès attendus: c'eſt pourquoi il exiſte tant de prétentions & tant d'inventions diſputées. En ſuppoſant des droits égaux, à qui des concurrens appartiendra la gloire? Qui méritera la reconnoiſſance de la poſtérité, ſi ce n'eſt celui qui publie le premier? On célebre les gens qui nous font jouir, on oublie ceux qui ont été avares.

§. XVI.

La préciſion obtenue dans les petites meſures n'exiſtoit pas encore dans les grandes; il s'en falloit bien que les ſextans & les quarts de cercle, deſtinés à meſurer les angles des diſtances & des hauteurs des aſtres, puſſent les prendre avec la même exactitude. Les anciens, en ſe ſervant des alidades, dirigeoient la vue ſuivant leur longueur, mais il étoit facile qu'elle s'écartât, & il en naiſſoit des erreurs conſidérables. Hypparque y ajouta des pinnules (*a*), pour conduire le regard; Tycho les perfectionna (*b*). Mais les erreurs n'étoient pas totalement détruites, ou du moins reſtoient trop grandes pour les moyens preſſentis de la perfection nouvelle. Cette perfection devint générale par l'application des lunettes aux quarts de cercle & à tous les grands inſtrumens. Les lunettes ſont les meilleures pinnules,

(*a*) *Suprà*, Tome I, p. 59. (*b*) *Ibid.* p. 719.

on les adopta aux inſtrumens en place des alidades ; elles ont le même objet, elles en rempliſſent la fonction, qui eſt de diriger le regard. Une ſeule attention eſt néceſſaire ; il faut que l'axe de cette lunette, la ligne qui la traverſe dans ſa longueur & dans ſon milieu, faſſe exactement avec la ligne à plomb, avec la verticale, l'angle marqué par les diviſions du limbe ; mais il eſt des moyens de vérification pour reconnoître le paralléliſme de la lunette, & pour tenir compte du défaut qui n'en eſt plus un quand il eſt reconnu.

Dans l'intérieur de la lunette, au foyer des verres, on plaça deux fils d'argent, ou deux cheveux en croix, qui par leur interſection, marquerent aux yeux le centre de l'ouverture de la lunette, & devinrent un point de reconnoiſſance, un point fixe & déterminé, qu'on pouvoit diriger à un point remarquable de l'objet, lorſque cet objet avoit une étendue ſenſible. On y pointoit donc avec la plus grande juſteſſe ; car il n'y en a point de plus évidente que l'application d'un point ſur un autre point. On voit ici les progrès rapides d'une ſcience par une ſeule invention, & ſur-tout la perfection étonnante & tout à coup acquiſe de la pratique. D'un ſeul pas, la pratique, qui tient à l'exercice de nos ſens, qui eſt appuyée ſur des inſtrumens matériels, avoit preſque atteint l'exactitude mathématique. L'induſtrie humaine ôtoit au phyſique tout ce qu'elle peut lui enlever, pour l'approcher des abſtractions où ſe trouve cette exactitude. Les cercles de la géométrie ſont des lignes ſans largeur, les points ſont ſans étendue. Dans les inſtrumens anciens, placés dans le plan des cercles céleſtes, le limbe qui repréſentoit ces cercles, avoit une épaiſſeur néceſſaire pour la ſolidité. L'aſtre reſtoit donc un tems ſenſible dans un cercle ſans largeur, & qu'il doit paſſer en un inſtant indiviſible ; l'attouchement de l'aſtre & de ce cercle ſe faiſoit

avec la même incertitude. Si c'étoit une étoile, elle paroiſſoit revêtue de rayons, elle avoit une grandeur illuſoire & empruntée; ſi c'étoit une planete, l'œil nu ne pouvoit diſtinguer ſon diſque & ſes parties, ni l'une ni l'autre n'offroient de point remarquable qu'on pût choiſir pour déterminer l'inſtant de l'attouchement, & pour employer toujours le même point dans des cas pareils. Dès que les lunettes furent appliquées aux quarts de cercle, la croix des fils ou des cheveux repréſenta deux cercles céleſtes; un cheveu n'a pas plus d'un cinquantieme de ligne d'épaiſſeur, on ne peut approcher davantage de l'aparence d'une ligne ſans largeur. Tandis que les cercles céleſtes étoient dépouillés de leur repréſentation groſſiere & matérielle, le volume emprunté des étoiles étoit réduit à la réalité, à un point indiviſible, le volume réel des planetes étoit amplifié, leurs différens points étoient ſéparés & viſibles. L'art d'obſerver profita de ces effets de l'inſtrument, qui étoient autant de pas vers la vérité, il s'aida des détails offerts à la vue. On vit dans la lunette l'étoile comme un point brillant, la planete revêtue d'un diſque large & ſenſible, s'avancer vers le cercle céleſte ſans largeur; on vit ou l'étoile, ou le bord du diſque l'atteindre, & l'attouchement ſe faire par une application de point à point.

§. XVII.

Cette perfection ajoutée aux inſtrumens, cette exactitude dans la pratique, influa ſur toutes les obſervations, & d'une maniere aſſez marquée pour produire une révolution. Les obſervations préſentes ne furent preſque plus comparables aux obſervations anciennes, même à celles de Tycho; pour les employer dans certains cas, on prend garde ſi elles rachetent leur incertitude par leur ancienneté. Il faut donc recommencer toutes les déterminations

déterminations, &, comme nous l'avons annoncé en commençant cet ouvrage (*a*), élever un nouvel édifice ſur les débris de l'ancien. Cette révolution, l'idée de cette application heureuſe fut, ſelon les uns, le bienfait de Picard & d'Auzout (*b*). Car on trouve ſouvent leurs noms aſſociés; & cette communauté de biens qu'aucune loi n'établit, & dont l'amour propre eſt l'ennemi, fait toujours honneur aux gens de lettres (*c*). Selon d'autres, l'idée appartient à Roberval (*d*). Mais quoi qu'il en ſoit de l'inventeur, l'idée eſt françoiſe, c'eſt chez nous que s'eſt opérée la révolution, qui a changé la face de l'aſtronomie, & qui a amené des progrès ineſpérés. Nous avons des obſervations du 2 Octobre 1667, faites avec un quart de cercle garni de lunettes (*e*). Les Anglois réclamerent encore cette invention en faveur de Gaſcoigne (*f*). Cette idée étoit digne d'un génie qui donnoit les plus grandes eſpérances; on la retrouva en effet dans ſes papiers; mais elle fut ſtérile, elle ſe perdit par ſa mort, comme celle du micrometre. Nous n'avons pu la connoître avant les Anglois, & quand ils l'ont retrouvée, nous en étions déjà en poſſeſſion. Ce ſont les premieres obſervations qui font foi, parce que ce ſont des faits; au reſte dans ce jugement, que la qualité d'hiſtorien nous force de porter, nous proteſtons que nous n'avons eu en vue que la vérité & la juſtice.

§. XVIII.

Tous ces grands progrès de la ſcience, tous ces moyens

(*a*) Hiſt. de l'Aſtron. anc. Diſc. prélim.
(*b*) M. le Monnier, *Hiſt. céleſte*, p. 2.
Weidler, p. 531.
M. de la Lande, *Aſtr.* art. 561 & 2310.
(*c*) Picard a décrit ſon invention dans ſon traité de la figure de la terre; il n'y parle point d'Auzout. Mais la Hire l'ayant conſulté ſur la date & l'auteur de cette invention, il répondit qu'Auzout y avoit beaucoup de part. La Hire, *Mém. de l'Acad. des Scien.* 1717.
(*d*) M. de la Lande, *Aſtron.* art. 561.
(*e*) M. le Monnier, *Hiſt. céleſte*, p. 11.
(*f*) Tranſ. philoſ. 1717, N°. 352.

de perfection avoient cependant dépendu de l'invention des lunettes, préſentée par le haſard à un lunetier qui faiſoit des eſſais, ou même à ſes enfans jouans près de lui. Ces dons, qui ſont de la nature ou du haſard, c'eſt le génie qui les emploie, ce ſont les applications heureuſes & multipliées qui font l'honneur de l'eſprit humain; il rend à la nature au centuple, comme l'épi, ce qûe la nature lui a donné. Mais lorſqu'il ſe ſignale par la fécondité des vues, par le nombre des applications, on ne comprend pas qu'il reſte en ſi beau chemin; on eſt étonné qu'une application facile, & pour ainſi-dire, ſous la main, lui échappe pendant de longues années. Cette époque en préſente un exemple ſenſible. On avoit introduit le micrometre dans les lunettes pour meſurer de petits eſpaces, on avoit ſubſtitué dans les inſtrumens les lunettes aux alidades; il paroiſſoit naturel que ces lunettes fuſſent garnies de micrometres: cependant ces deux inventions reſterent ſéparées; les lunettes des quarts de cercle furent long-tems ſans micrometre; quoique cette addition fût du plus grand avantage. L'application de ces lunettes, l'interſection des fils, qui donne un moyen facile & sûr de pointer à un aſtre ne ſuffit pas encore: ſi c'eſt une hauteur ſur l'horizon, ou la diſtance de deux aſtres, le nombre des degrés eſt marqué ſur le limbe de l'inſtrument; cette hauteur, ou cette diſtance, ne peut que rarement être meſurée en degrés, il faut avoir recours aux ſubdiviſions & aux tranſverſales, au Nonnius, qui donnent les plus petites (*a*). Tant de diviſions ſur un ſeul limbe, exécutées par un ſeul ouvrier, ne peuvent être également ſoignées; il en naît une infinité de défauts: d'ailleurs ces ſubdiviſions ſont ſerrées; partout où il y a confuſion, il peut y avoir erreur. Lorſque les lunettes ſont garnies de micrometres,

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 367.

il n'eſt pas néceſſaire qu'il y ait tant de diviſions ſur le limbe, l'ouvrier peut y mettre plus de ſoin ; elles peuvent être vérifiées les unes après les autres par l'obſervation (*a*) : & quand on a placé le fil à plomb ſur la diviſion la plus prochaine de la hauteur qu'on veut obſerver, ſi l'aſtre ſe trouve au centre de la lunette, le fil marque la hauteur préciſe ; mais ſi l'aſtre ne s'y trouve pas, comme cela arrive le plus ſouvent, on va le chercher avec le fil mobile, avec le *curſeur* du micrometre ; & par le moyen d'une échelle graduée, on connoît le chemin que ce curſeur a fait, l'eſpace du ciel qui y répond, pour l'ajouter à la hauteur marquée par la diviſion du limbe. Cette application des micrometres ſemble facile, elle tient néceſſairement aux deux autres inventions ; on croit qu'elle a dû moins coûter à l'eſprit humain. Cependant elle n'a été faite que quarante-ſept ans après les deux autres, & on la doit au chevalier de Louville, qui en eut l'idée en 1714, idée qui perfectionna la pratique de la ſcience (*b*).

§. XIX.

Ce qui eſt bien extraordinaire, c'eſt que l'application des lunettes aux inſtrumens d'aſtronomie, quoiqu'elle eût une utilité ſenſible, ne fut pas d'abord généralement adoptée ; cette invention, digne d'éloges, fut combattue par les raiſons même d'utilité qui devoient la faire adopter ; elle donnoit un moyen plus facile & plus sûr de pointer à quel point d'un aſtre on vouloit ; elle aſſuroit la direction de la vue ; on crut que les alidades & les pinnules étoient plus exactes. De célebres aſtronômes & de grands obſervateurs s'obſtinerent à les conſerver. Hévélius étoit à la tête de ces oppoſans, Hévélius, qui étoit

(*a*) *Infrà*, Liv. VII, §. 14.

(*b*) Mém. Acad. Sci. année 1714, p. 65.

alors en effet le plus grand obſervateur de l'Europe. Il rejetoit la perfection nouvelle comme inutile, & il prétendoit le prouver par l'exactitude de ſes obſervations. Mais il eſt quelquefois une exactitude, qui dans les réſultats, naît du haſard des compenſations; un homme éclairé ne doit compter que ſur l'exactitude évaluée & démontrée par la nature des inſtrumens & des choſes. On diſoit qu'en adoptant cette nouvelle méthode, on auroit l'air de condamner celles qu'on avoit ſuivie juſqu'alors, qu'il faudroit renoncer preſque totalement à l'uſage des obſervations anciennes, qui ne ſeroient plus d'accord avec les obſervations préſentes. Ici en refuſant la méthode, on avouoit ſa ſupériorité; mais c'eſt une ſinguliere raiſon de refus, que celle de garder des moyens imparfaits pour conſerver l'uniformité de ſavoir ou d'ignorance. C'eſt ſans doute une grande opération que le renouvelement preſque total d'une ſcience; mais il faut avoir le courage de ſacrifier le paſſé à l'avenir, & de détruire une partie de la maiſon de ſes ancêtres, pour la rebâtir ſur de meilleurs fondemens. Ce refus d'Hévélius avoit un motif perſonnel, les hommes, en aimant les ſciences, y mêlent l'amour d'eux-mêmes. Hévélius avoit la plus belle collection d'inſtrumens anciens qu'on eût vue en Europe depuis Tycho; il avoit conſumé ſa jeuneſſe & trente années de ſa vie à faire des obſervations avec ces inſtrumens, il avoit cherché à égaler, ou même à ſurpaſſer Tycho par la préciſion; il croyoit avoir accru & complétté le tréſor laiſſé par ce grand homme, pour ſervir de baſe à l'aſtronomie moderne, & aux recherches futures. La méthode nouvelle lui raviſſoit cette eſpérance; il ſentoit qu'il alloit être effacé. Ces motifs qu'on ne s'avoue point, qu'on ne devine peut-être pas ſoi-même, ſont dans la nature. On s'identifie avec ſes recherches, avec ſes déterminations, avec ſes inſtrumens, qui ont été les moyens de la gloire: renoncer

à tout cela, c'eſt renoncer à ſoi-même. Eh qu'on ne ſe plaigne point de cette foibleſſe humaine ! elle eſt utile au monde. Si l'on ne regardoit pas ſon ouvrage comme ſon enfant, ſi on n'y imprimoit pas l'amour de ſoi, quel attrait auroit le travail ? qui dévoueroit ſa vie à des recherches pénibles pour des réſultats incertains, & pour des contemporains ingrats ? L'eſprit produit, comme l'homme lui-même, par un penchant invincible ; il aime ſon ouvrage & ſon enfant, parce que c'eſt une portion de ſon être ; il le préfere à tout, & il le défend par le même penchant, par le même amour propre qui le lui fit produire.

§. XX.

On n'eut point cet embarras & ces regrets en France, on n'eut point à ſacrifier les anciens inſtrumens, on n'en avoit pas. *Sire*, diſoit Auzout à Louis XIV en 1664, *c'eſt un malheur qu'il n'y ait pas un inſtrument à Paris, ni que je ſache dans tout votre royaume, auquel je vouluſſe m'aſſurer, pour prendre préciſément la hauteur du pôle* (*a*). L'Italie & l'Angleterre n'en étoient pas mieux fournies (*b*) ; Flamſteed commença ſes obſervations en 1670 avec un ſextant que lui procurerent le zele pour les ſciences & l'amitié du chevalier Moor (*c*). Mais cette diſette ne nuiſit point à l'invention. Ce qu'il y a de ſingulier, c'eſt qu'on perfectionna les inſtrumens lorſqu'on n'en avoit pas ; on rectifia l'idée de leur conſtruction avant de les fabriquer. L'induſtrie n'eſt pas dans l'abondance, elle eſt dans le beſoin. Lorſque Louis XIV donna à ſon académie naiſſante les ſecours des dépenſes royales, le génie avoit déjà ſes vues pour en faire l'emploi. Les premiers inſtrumens ont été un ſextant de ſix pieds, & un quart de cercle de neuf pieds & demi de rayon, ils furent

(*a*) Auzout, *Ephem.* Epit. dédic. au Roi.
(*b*) M. de la Lande, *Aſtron.* art. 2309.
(*c*) Flamſteed, *Hiſt. cél.* Tom. III, Prol. p. 101 & 103.

garnis de lunettes (*a*). Louis XIV & Charles II, qui fonderent enſemble leurs académies, éleverent preſque en même tems des obſervatoires; l'un à Paris, à l'extrémité du fauxbourg Saint-Jacques, commencé en 1667, fut achevé en 1671; l'autre à deux lieues de Londres, à Gréenwich, fut conſtruit vers 1676 (*b*). L'Académie jugea à propos d'orienter le bâtiment de l'obſervatoire de Paris; elle ne ſavoit peut-être pas que cette diſpoſition ſi naturelle dans cette occaſion, avoit été jadis un uſage général & preſque auſſi ancien que le monde. En conſéquence le 21 Juin 1667, les obſervations néceſſaires ſe firent, dit M. de Fontenelle, avec une ſorte de pompe & de cérémonie. On tira une méridienne & huit azimuths; on y mit tout le ſoin que pouvoient inſpirer des conjectures ſi particulieres; on obſerva la hauteur du pôle, la déclinaiſon de l'aiguille aimantée, & toutes ces obſervations furent la conſécration du lieu; on en frappa une médaille avec ces mots: *ſic itur ad aſtra* (*c*).

Le bâtiment de l'obſervatoire royal a 26 toiſes de face du levant au couchant, & 19 du nord au ſud, 14 toiſes de hauteur, & les fondemens, qu'il a été néceſſaire de rendre infiniment ſolides, ont une profondeur égale à ſon élévation (*d*). L'édifice eſt flanqué de deux tours octogones, deſtinées particulierement aux obſervations, & il eſt ſurmonté d'une terraſſe, où l'on peut faire celles qui demandent plus d'eſpace & de liberté. L'édifice eſt percé dans ſa hauteur juſqu'au fond des caves, ſans doute dans le deſſein de voir plus facilement & en plein jour les étoiles qui paſſent par le zenith. C'eſt dans ce lieu, c'eſt à Gréenwich que ſe développerent toutes les reſſources de l'art d'obſerver & les méthodes que nous allons décrire dans le livre ſuivant.

(*a*) M. le Monnier, *Hiſt. céleſte*, p. 11.
(*b*) Flamſteed, *Hiſt. cél.* T. III, p. 103.
(*c*) Hiſt. Acad. Scien. Tom. I, p. 29.
(*d*) Il eſt remarquable que cette égalité entre la hauteur de l'édifice & la profondeur des fondemens, ſe trouvoit également dans l'obéliſque élevé & placé à Rome par Auguſte, pour ſervir de gnomon; *Suprà*, T. I, p. 499.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SEPTIEME,

Des Méthodes d'obſerver.

§. PREMIER.

LE bâtiment de l'obſervatoire eſt un monument plutôt de grandeur que d'utilité. L'aſtronomie n'a pas beſoin de ce luxe, mais il eſt utile en ce qu'il marque l'attention & l'encouragement des Rois. Il ne faut à l'aſtronomie qu'une tour ronde, aſſez élevée pour découvrir le contour entier de l'horizon, aſſez ſpacieuſe pour y placer, pour y faire mouvoir ſans gêne les inſtrumens néceſſaires. On a imaginé de la couvrir d'un toît conique & mobile, il ſuffit d'y pratiquer une ouverture longitudinale ; le toît tournant conduit cette ouverture à la

volonté de l'obſervateur, & ſur la partie du ciel où il a beſoin de porter ſa vue. Au milieu de la tour eſt placé un quart de cercle mobile, deſtiné à ſe diriger vers tous les points de la voûte céleſte, & à marquer la hauteur des aſtres qui s'y rencontrent. Dans le ſens du méridien le mur eſt ouvert; on y place un autre quart de cercle nommé *mural*, parce qu'il eſt ſolidement & invariablement attaché à ce mur. Cet inſtrument, & ſur-tout le fil délié qui traverſe verticalement l'ouverture de la lunette eſt deſtiné à repréſenter le méridien; des lunettes de toutes grandeurs, de différentes forces, ſimples ou garnies de micrometres, ſont diſperſées & ſuſpendues. Près de l'obſervateur ſont les pendules; il voit de l'œil le mouvement des aiguilles, il entend le bruit de l'échappement à chaque vibration. C'eſt là que l'aſtronôme eſt debout, attentif à tous les phénomènes; il devient le centre du monde, le ciel roule autour de lui, & la nature eſt en mouvement pour ſe développer à ſes regards. Nous allons l'obſerver lui-même, nous ſuivrons, nous peindrons ſes opérations; nous ſouhaitons que les jeunes gens, qui ſe deſtinent à l'aſtronomie, trouvent ici le tableau de leurs devoirs & l'emploi de leurs veilles; ceux qui ne s'y deſtinent pas, mieux inſtruits, ceſſeront de s'étonner, & commenceront à croire aux réponſes de la nature, en jugeant eux-mêmes la maniere dont on l'interroge.

§. II.

Celui qui entre dans ce ſanctuaire, doit être dévoué ſans réſerve au ſervice d'Uranie. C'eſt la déeſſe dont il eſt le prêtre, & dont il rend les oracles; mais ces oracles ſont obtenus, arrachés par ſon aſſiduité; il n'a de relâche que les jours ſombres & triſtes, les momens où la nature ajoute à tous ſes voiles celui des nuages; ſa journée eſt interrompue, coupée par différentes

différentes obſervations ; le ſoleil l'occupe le matin, à midi, le ſoir ; & lorſque cet aſtre diſparoît, les autres planetes, les étoiles ſe découvrent pour amener d'autres travaux. Les aſtronômes ſouvent ſe les partagent, mais celui qui les embraſſe tous doit avoir un corps de fer : il faut que le zele de la ſcience l'éveille à des momens marqués dans la nuit ; il faut que ce zele le défende du ſommeil, s'il doit veiller pendant la nuit entiere ; il faut que ces veilles ſoient répétées, s'il ſe conſacre au travail ſuivi & renouvelé toutes les nuits de l'obſervation des étoiles ; & cela l'œil attaché à la lunette, l'oreille à la pendule, debout, ou le corps plié, ſouvent couché, regardant le zenith, malgré le froid des nuits & des hivers, malgré la fatigue & les dangers de l'inſomnie ! Voilà la vie preſque nocturne des aſtronômes ; ce fut la vie de Tycho, d'Hévélius, de Flamſteed ; c'eſt celle qui a preſſé la mort & la perte prématurée de M. l'abbé de la Caille, d'un maître que nous pleurons encore, & que la ſcience, la vertu & l'amitié regrettent avec nous. Ces fatigues ſont les plus grandes dans la partie de l'Europe, où l'aſtronomie a été le plus particuliérement cultivée. Coppenhague, Dantzick, Londres, Paris, où ont vécu ces obſervateurs célebres, ont un ciel changeant comme les hommes. Les belles nuits ſont ſouvent iſolées, & ne ſe ſuivent que dans quelques intervalles aſſez courts de l'année ; le reſte des nuits eſt couvert d'un crêpe, ou n'a que des momens. Il faut donc épier ces momens, & l'inconſtance du ciel, qui devient favorable à l'obſervateur. La plupart des obſervations ſont ainſi dérobées ; c'eſt la conſtance, le zele, & ſur-tout le tems qui les aſſemble pour fonder un corps de doctrine. Mais l'activité naît peut-être de ces obſtacles ; l'homme ſemble n'avoir de ſuite dans ſa recherche que pour ce qui ſe refuſe à lui : en tout genre, les efforts ſe

proportionnent à la néceſſité. Le Hollandois tranquille au bord de la mer, ſouvent plus élevée que lui, s'en eſt rendu le maître; l'Italien, dans ſes climats fortunés, diſpute encore avec les fleuves qui les fertiliſent. Les faits démontrent que l'aſtronomie, adoptée dans les beaux climats, n'y a point reçu de progrès. C'eſt que les aſtres n'y ſont ni cherchés, ni deſirés; ce ſont des objets de tous les jours, ou plutôt de toutes les nuits. L'habitude amene l'indifférence & l'oubli; la nature a tout compenſé, la facilité par la pareſſe, la difficulté par l'obſtination & l'ardeur du génie. L'Indien conſerve comme un tréſor les Tables aſtronomiques conſtruites dans des climats plus durs, mais il ne les rectifie point ſur le ciel auquel il ne ſonge gueres. Le Perſan va s'endormir ſur ces terraſſes où l'atmoſphere toujours calme, porte une fraîcheur douce & ſalutaire, où le ciel invite à veiller par la pureté de ſon azur, par la multitude de ſes points étincelans. Une ſphere éclatante ne cauſe cependant ni diſtraction, ni inſomnie, tandis que l'Européen, ſur-tout l'Européen du nord lutte contre l'inclémence des ſaiſons, multiplie les peines & les efforts pour une jouiſſance fugitive, épie le moment où les nuages s'entrouvrent, ſaiſit la vérité à la dérobée, & lit dans le livre de la nature par intervalles, & comme on lit à la clarté des éclairs.

§. III.

Entrons dans l'obſervatoire, la nuit eſt commencée, ſuivons les opérations de l'obſervateur, imitons ſon ſilence. On ne doit entendre que le foible bruit de la pendule, il ne faut d'autre mouvement que celui des aſtres : on contemple les détails des choſes, on veut ſaiſir l'inſtant qui va s'échapper pour ne jamais revenir; la penſée doit être immobile, & l'ame attachée à l'organe de la vue. La figure, la grandeur, le lieu,

le mouvement, la diſtance des aſtres, voilà ce que l'aſtronôme ſe propoſe de découvrir, voici ſes moyens.

Le premier inſtrument dont il fait uſage eſt le téleſcope. Cet inſtrument a rapproché les mondes divers; il les conſidere avec cette intelligence qu'il a reçue de Dieu pour dominer la nature. Le téleſcope lui montre que les étoiles ne ſont que des points lumineux ſans étendue ſenſible, les planetes des objets ronds; leur apparence eſt celle d'un diſque, leur forme eſt celle d'une ſphere; leur face eſt ſemée de taches, d'abîmes & d'aſpérités; les anneaux, les ſatellites ſe manifeſtent, & toutes les vérités que vient de révéler Galilée, & que Dominique Caſſini va reveler encore. Mais ſi de la forme on veut paſſer à la grandeur, il ne ſuffit plus de conſidérer un objet iſolé; la grandeur eſt relative, elle n'exiſte que par la comparaiſon. La lunette ſimple & nue ne peut comparer que des objets voiſins, encore par une eſtimation toujours incertaine. Il faut que la mémoire conſerve l'image d'un objet, pour l'appliquer ſur l'image préſente d'un autre objet; & ces images, ces traces du cerveau s'alterent dans l'intervalle, on a beſoin du micrometre. La meſure eſt exacte, parce qu'elle eſt ſaiſie par des fils déliés, mobiles, & d'une marche réguliere. Elle ſe conſerve ſur les diviſions de l'inſtrument, dont la mémoire vaut mieux que la nôtre; & lorſqu'on a fait une ſeconde meſure, le rapport des diviſions donne le rapport des grandeurs. On a meſuré ſucceſſivement toutes les planetes, l'étendue de l'anneau de Saturne, la largeur de ſes anſes. Les ſatellites de Jupiter, qui l'enveloppent dans leur orbe circulaire, nous ſemblent s'éloigner de lui par un mouvement rectiligne vers la droite ou vers la gauche de ſon diſque, c'eſt ce qu'on appelle leurs *digreſſions*; on a meſuré ces digreſſions, en les comparant au demi-diametre du diſque de Jupiter. Mais ces rapports des grandeurs des planetes ne nous apprennent que

des apparences. La lune meſurée eſt auſſi grande, ou plus grande que le Soleil ; nous ſavons bien que cela n'eſt pas : Vénus paroît plus grande que Jupiter, parce qu'elle eſt plus proche. Pour avoir le rapport des grandeurs réelles, il faudroit donc voir tous ces aſtres à la même diſtance de la terre, ou joindre la meſure de leurs diſtances à celles de leurs apparences, pour les réduire toutes par le calcul à ce qu'elles ſeroient, ſi toutes les planetes étoient vues à une diſtance égale. Mais cette connoiſſance tient à la parallaxe, & la parallaxe au mouvement. Si tous les aſtres étoient immobiles, l'ordre de l'univers ſeroit inconnu, les diſtances mutuelles inacceſſibles. Il faut donc obſerver le mouvement des aſtres, avant de chercher leur parallaxe & leur diſtance.

§. IV.

Dès que les aſtres ſe meuvent, dès qu'il y a changement dans le ſpectacle du ciel, il faut dater les obſervations, & marquer le tems, pour connoître la durée & l'époque du retour des changemens. La connoiſſance du tems eſt donc fondamentale ; & ce n'eſt pas celle des années, des mois & des jours, à laquelle ſe bornoient les anciens, c'eſt celle de la minute, & le plus ſouvent de l'inſtant indiviſible. C'eſt à cette connoiſſance que tient l'exactitude ; nous n'aurions pu y prétendre ſans l'application du pendule aux horloges, ſans cet admirable inſtrument inventé par Huygens. Il a déterminé lui-même qu'en donnant au pendule une longueur de trois pieds huit lignes & demie, il feroit 60 vibrations par minute, 3600 par heure, & 86400 par jour. Le jour artificiel de ving-quatre heures eſt l'intervalle entre le paſſage du ſoleil au méridien, & ſon retour le lendemain au même méridien. Il

ſuffit donc, pour régler la marche de la pendule, de s'aſſurer qu'elle faſſe 86400 vibrations, qu'elle marque exactement vingt-quatre heures dans cet intervalle, & même il ſuffit, pour en tenir compte, de connoître les légeres quantités dont elle s'en écarte. Nous avons dit que le ciel eſt une horloge perpétuelle; il faut donc comparer l'heure du ciel avec l'heure de l'horloge, pour la rectifier. La plus ancienne des méthodes exactes conſiſte à obſerver la hauteur des aſtres. Dès que la poſition d'une étoile eſt connue, dès que le lieu du ſoleil dans l'écliptique eſt donné par les étoiles, on peut toujours calculer l'heure vraie à laquelle l'étoile, ou le ſoleil, aura telle hauteur préciſe (*a*). Si cette hauteur a été obſervée avec le quart de cercle, ſi on a ſaiſi l'inſtant marqué par l'horloge, la différence de l'heure calculée, avec l'heure de l'horloge, donnera le tems dont cette horloge avance ou retarde.

§. V.

On ſentit cependant qu'il y avoit des moyens plus directs pour régler la pendule. Puiſque le ſoleil détermine le jour, puiſque le jour aſtronomique commence & finit à midi, il étoit naturel d'attendre le ſoleil au méridien, & de lui demander le commencement & la fin d'un jour qui eſt ſon ouvrage. On penſa que la premiere de toutes les opérations étoit de tracer la ligne méridienne; cette ligne, le plan vertical du méridien qu'elle repréſente, eſt celui où le ſoleil & tous les aſtres s'élevent à la plus grande hauteur ſur l'horizon. Le mouvement diurne depuis l'horizon juſqu'au méridien, depuis le méridien juſqu'à l'horizon, les éleve & les abaiſſe par des pas égaux, & dans des tems égaux & correſpondans. Si l'on prend des

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 315.

hauteurs égales du ſoleil avant & après midi, ou d'un aſtre quelconque avant ou après ſon paſſage au méridien, la ligne méridienne partage également, ſoit pour le tems, ſoit pour l'eſpace, l'intervalle entre ces deux hauteurs égales. Ici naquit la méthode des hauteurs correſpondantes, premier degré de perfection d'une aſtronomie renouvelée. Nous l'avons dit (*a*); ſi l'on prend une hauteur du ſoleil avant midi, & que l'on trace ſur le plancher la direction de l'inſtrument, ſi après midi on attend le moment où le ſoleil deſcend à la même hauteur, & que l'on trace encore la direction de l'inſtrument, ces deux lignes concourront, & celle qui partagera leur intervalle, ſera la ligne méridienne. Juſqu'ici le préſent ne faiſoit qu'imiter le paſſé, c'étoit une réminiſcence de l'eſprit humain. Les Orientaux, les Indiens avoient pratiqué cette méthode pluſieurs milliers d'années avant les aſtronômes François qui fondoient l'obſervatoire : mais le progrès des choſes y fait ajouter une conſidération importante, c'eſt celle du tems ; il ne s'agit que d'obſerver les inſtans des deux hauteurs égales, le moment du midi eſt préciſément le milieu de leur intervalle (*b*). On ſait toujours à peu près le moment du midi ; vers ce tems, au moyen d'un trou pratiqué dans le mur, à une certaine hauteur, on reçoit ſur le plancher de l'obſervatoire obſcurci, pluſieurs images du ſoleil, on y marque leurs places par des traits de crayon ; & lorſqu'après midi la ſeconde hauteur eſt obſervée, lorſqu'on a l'inſtant précis de midi, on choiſit celle de ces images qui y répond. Le centre de cette image eſt un point de la méridienne que l'on tire par ce point, & par le point

(*a*) Hiſt. Aſtron. anc. p. 42.

(*b*) On n'avoit pas encore apperçu alors la néceſſité d'avoir égard au changement de déclinaiſon du ſoleil dans l'intervalle des deux hauteurs obſervées ; changement qui produit l'équation des hauteurs correſpondantes. *Voyez* M. le Monnier, *Hiſt. celeſte* p. 49, ann. 1673.

Digitized by Google

du plancher qui eſt verticalement au-deſſous du trou pratiqué dans le mur. On peut donc obſerver tous les jours dans l'obſervatoire obſcurci, le tems où l'image du ſoleil touche & traverſe la ligne ainſi tracée ſur le plancher. Mais des nuages légers, qui ne font qu'affoiblir l'éclat du ſoleil, ſuffiſent pour empêcher l'obſervation ; les bords de l'image ſont entourés d'une pénombre qui rend l'attouchement incertain. On ſe rappela que Tycho avoit fixé un quart de cercle à un mur dans le plan du méridien ; on penſa que l'invention des lunettes, leur application aux inſtrumens, les fils que l'on place à leur foyer, donneroient dans cet inſtrument mural une méridienne bien plus parfaite, où l'attouchement ſeroit plus exact, & où de légers nuages n'empêcheroient pas de voir le ſoleil ; le quart de cercle mural fut placé par des procédés ſemblables à ceux que nous avons indiqués pour tracer la méridienne.

§. VI.

Le ſoleil n'eſt pas ſeul à régler le jour ; dans la vérité, ce n'eſt pas lui qui fait la ſucceſſion du jour & de la nuit, & cette révolution du jour de vingt-quatre heures : c'eſt la terre qui tourne ſur elle-même ; c'eſt nous qui nous préſentons à lui, qui allons au-devant de ſa lumiere, pour veiller, agir & vivre ; c'eſt nous qui nous retirons de ſa préſence pour le repos & le ſommeil. Tous les aſtres, emportés en apparence par ce mouvement, peuvent donc ſervir à marquer, à meſurer la révolution de la terre ſur elle-même. Les étoiles y ſont d'autant plus propres, qu'elles ne ſe meuvent point, & qu'en elles ce mouvement eſt pur & ſans mélange. En obſervant le paſſage d'une étoile au méridien, & ſon retour au même point le lendemain, on a préciſément la révolution diurne, & l'intervalle d'un jour. Il n'eſt pas même néceſſaire d'obſerver le paſſage au méridien,

Digitized by Google

il ſuffit d'avoir une lunette dirigée vers un point quelconque du ciel ; pourvu qu'une étoile y paſſe, ſon retour détermine la durée du jour, car tous les points du ciel ſe meuvent également, & achevent dans le même tems la même révolution.

Il faut ſavoir ſeulement que le jour du ſoleil & celui des étoiles n'ont pas la même durée, celui des étoiles eſt plus court ; nous venons de le dire, elles ſont ſans mouvement, leur révolution eſt la révolution même de la terre. Mais le ſoleil ne paroît pas immobile, en conſéquence de notre mouvement annuel il ſemble marcher, tandis que notre globe tourne ; & lorſque ce globe regarde le lendemain le point du ciel où il a laiſſé le ſoleil, il ne l'y trouve plus : il faut qu'il tourne encore pour le retrouver, c'eſt ce qui rend le jour ſolaire plus long ; & comme on eſt convenu de partager la révolution diurne de cet aſtre en vingt-quatre heures égales, la révolution diurne des étoiles n'emploie que $23^h\ 56'\ 4''$. Mais elle n'en eſt pas moins propre à régler les horloges ; car ſi la révolution eſt plus longue que ce tems, c'eſt que l'horloge avance par un mouvement trop accéléré, & ſi elle donne moins, c'eſt que l'horloge retarde par un mouvement trop lent.

§. VII.

Voila donc l'aſtronomie enrichie de deux nouvelles méthodes ; l'une eſt celle des hauteurs correſpondantes, priſes à diſtances égales du méridien, méthode qui donne avec la plus grande préciſion le tems du paſſage ſoit du ſoleil, ſoit des étoiles & des planetes par ce cercle ; l'autre eſt la méthode d'avoir directement ces paſſages par le moyen du mural. L'aſtronôme connoît le tems, il en eſt le maître, non qu'il puiſſe accélérer ou ralentir

ſa

ſa courſe, mais il eſt libre d'en meſurer les intervalles, de déterminer l'inſtant qui s'écoule, & de marquer ſa place dans la durée. Il peut donc obſerver le lieu des aſtres, leur mouvement, le tems ne lui manquera pas; il n'a point d'erreur à craindre ſur la meſure de la durée, il va porter tous ſes ſoins à la meſure de l'eſpace.

La premiere choſe que l'aſtronôme ait à faire, c'eſt de ſe reconnoître dans la voûte apparente qui le couvre, dans la cage immenſe où la nature l'enferme. De tous les tems il y a tracé des cercles fictifs; ces cercles établiſſent des diviſions, & c'eſt par les diviſions qu'on parvient à décrire les choſes & à comparer les eſpaces. Le premier mouvement qui s'obſerve eſt la révolution diurne dans le ſens de l'équateur & autour des pôles; en fondant un obſervatoire, il faut donc commencer par la connoiſſance de la poſition du pôle & de l'équateur ſur l'horizon. Les anciens obſervoient la hauteur de l'équateur par le moyen des hauteurs du ſoleil dans les deux ſolſtices de l'été & de l'hiver; l'équateur partage également la différence de ces deux hauteurs (*a*). Le pôle eſt toujours éloigné de 90 degrés dans la circonférence du méridien; on a donc auſſi la hauteur du pôle ſur l'horizon. Tycho imagina la méthode des hauteurs des étoiles circompolaires qui ne ſe couchent jamais, & qui paſſent deux fois par jour au méridien ſur le même horizon, avec deux hauteurs inégales dont le pôle partage la différence (*b*). C'eſt la méthode qu'on employa pour déterminer la

(*a*) Si le ſoleil au ſolſtice d'été, s'éleve à $64^{\circ}\frac{1}{2}$, & au ſolſtice d'hiver, ſeulement à $17^{\circ}\frac{1}{2}$, la différence eſt 47°, dont la moitié, qui eſt la meſure de l'obliquité de l'écliptique, ajoutée à la plus petite hauteur, donne 41° pour la hauteur de l'équateur. Le pôle eſt toujours à 90° de ce cercle, ce qui fait 131° pour la diſtance de l'horizon au pôle leſquels retranchés de 180°, donnent 49° pour la hauteur du pôle ſur l'horizon du côté du nord. C'eſt en nombres ronds, la poſition de la ſphere ſur l'horizon de Paris.

(*b*) *Suprà*, Tom. I, p. 402.

hauteur du pôle à l'obſervatoire de Paris ; voilà le premier élément, c'eſt celui qui indique l'inclinaiſon de la ſphere. Les autres cercles, l'écliptique, les tropiques, les colures, naiſſent des circonſtances du mouvement du ſoleil ; il faut donc que l'aſtronôme connoiſſe ce mouvement, c'eſt-à-dire, la direction & la ligne dans leſquelles il s'exécute. Comme cette direction eſt inclinée à l'équateur, comme le ſoleil s'éleve inégalement, c'eſt cette inégalité de hauteur qui détermine le ſens de ſa route. L'aſtronôme obſerve à ſon mural, au ſolſtice d'été, la plus grande hauteur du ſoleil, & il en tient regiſtre ; au ſolſtice d'hiver, il obſerve la plus petite hauteur : la moitié de la différence eſt l'obliquité de l'écliptique, & l'angle par lequel la route du ſoleil s'incline ſur l'équateur.

§. VIII.

PAR les points de la plus grande & de la plus petite hauteur du ſoleil, l'aſtronôme imagine deux cercles parallèles à l'équateur, ce ſont les tropiques, ce ſont les termes de ſon mouvement vers le nord & vers le midi ; c'eſt là que les anciens le voyoient rebrouſſer chemin, croyant qu'il lui étoit défendu d'approcher des pôles. En obſervant les ſolſtices, l'aſtronôme en a remarqué les inſtans, & ces inſtans ont diviſé l'année en deux parties ; il la ſubdiviſe encore en obſervant les équinoxes. Le tems de l'équinoxe eſt celui où le ſoleil ſe trouve dans l'équateur : vers ce tems l'aſtronôme retourne à ſon mural ; il obſerve pluſieurs jours de ſuite la hauteur du ſoleil à midi, & l'inſtant où elle eſt égale à la hauteur de l'équateur, eſt le tems de l'équinoxe. L'année ſe trouve partagée en quatre parties ; en même tems ces équinoxes & ces ſolſtices obſervés, comparés à ceux qui l'ont été jadis par les

anciens aſtronômes, donnent avec préciſion la durée de la révolution annuelle du ſoleil, & la longueur de l'année. Mais quoiqu'on ait obſervé le tems des équinoxes & des ſolſtices, on ne ſait pas encore à quels points du ciel ils répondent. Le ciel eſt parſemé de points viſibles, ce ſont les étoiles; il faut établir la diſtance des équinoxes & des ſolſtices à ces points viſibles. On ſait que pour comparer le ſoleil aux étoiles, on a fait long-tems une opération intermédiaire; les anciens par le moyen de la lune (*a*), Waltherus & Tycho, par le moyen de Vénus (*b*). L'invention des lunettes fournit un moyen plus facile & plus sûr. On s'apperçut que les belles étoiles étoient viſibles en plein jour, & en préſence du ſoleil (*c*). On pouvoit donc les comparer directement, on pouvoit donc meſurer leur diſtance ſans obſervation intermédiaire; cette diſtance obſervée au moment de l'un des ſolſtices ou des équinoxes, donna ſon lieu dans le ciel. L'un de ces points détermine les trois autres; par ces quatre points, on imagina deux cercles qui ſont les colures.

§. IX.

Voila donc tous les cercles tracés dans le ciel; l'aſtronôme les voit, les ſuit par la penſée, & il eſt entouré d'une ſphere connue & diviſée pour la facilité de ſes recherches. Lorſqu'il veut obſerver le lieu d'un aſtre, il n'a qu'à le rapporter à l'écliptique par la longitude & la latitude, ou à l'équateur par l'aſcenſion droite & la déclinaiſon. Si cet aſtre eſt fixe comme

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 106.
(*b*) *Ibid.* p. 405 & 692.
(*c*) M. Picard, le 23 Juillet 1669, obſerva la hauteur méridienne d'Arcturus en plein jour, M. le Monnier, *Hiſt. céleſte*, p. 40 le docteur Hook en Angleterre, vit α du dragon, auſſi en plein jour, *Tranſac. phil.* 1674, N°. 102.

les étoiles, une bonne obſervation ſuffira pour toujours, ſi cet âſtre eſt errant comme les planetes, il répétera les obſervations. Les retours au même point donneront le tems de la révolution, avec une exactitude proportionnée au nombre des révolutions écoulées dans l'intervalle. Enſuite, pour examiner les circonſtances de ce mouvement, ſes irrégularités dans la durée d'une révolution, on multipliera les obſervations. On connoîtra donc ſon mouvement réel & vrai, revêtu de toutes ſes irrégularités. On pourra toujours le comparer au mouvement que l'aſtre auroit, s'il marchoit d'un pas uniforme, & ſi en accompliſſant ſa révolution, il décrivoit, en tems égaux, des portions égales de ſon orbe. Les tems & les lieux où il eſt ſans latitude, indiqueront les points où cet orbe coupe l'écliptique; ce ſont ſes nœuds. Les points où ſa vîteſſe eſt la plus grande & la plus petite, ſeront les points où il eſt le plus proche & le plus éloigné du ſoleil; c'eſt ſon périhélie & ſon aphélie. Ce ſont les points qui terminent le grand axe de l'ellipſe, que Képler fait décrire à toutes les planetes autour du ſoleil. Si l'obſervateur a ſuivi conſtamment le mouvement de chacune de ces planetes, il ſera donc en état de montrer le ſens de leur route dans le ciel; l'angle qu'elle fait avec l'écliptique, les points où elle coupe ce cercle, la poſition de cette route elliptique à l'égard du ſoleil & des points fixes du ciel, le tems employé à la parcourir entiere, le tems inégal employé à en parcourir les différentes parties. Il connoîtra donc ſon ciel, il pourra en prévoir & en prédire les phénomènes, & il ſera en état de dire à l'aſtronôme philoſophe, deſtiné à pénétrer la nature, voilà les vérités qu'elle laiſſe appercevoir, voilà les faits, c'eſt à vous de dire les cauſes.

§. X.

TOUT cela ſe réduit à rapporter un aſtre quelconque à l'écliptique ou à l'équateur, les anciens ſe l'étoient propoſé comme nous; mais à l'époque où nous ſommes, les ſuccès furent proportionnés à la perfection des moyens. On employa deux méthodes que les Anglois & les François ſe partagerent. A l'obſervatoire de Gréenwich on ſe ſervit d'abord de la méthode de Waltherus & de Tycho, par les diſtances obſervées d'un aſtre à deux points du ciel, c'eſt-à-dire, à deux étoiles (*a*). Comme tous les cercles de la ſphere ſont liés & dans une poſition déterminée, le calcul déduit de ces diſtances obſervées, ou la longitude & la latitude, ſi l'on veut rapporter l'aſtre à l'écliptique; ou l'aſcenſion droite & la déclinaiſon, ſi l'on veut le rapporter à l'équateur. Cette méthode fut employée avec toute la préciſion nouvelle, par de grands inſtrumens bien diviſés, garnis de lunettes & de fils croiſés, importans pour une exactitude juſqu'alors inconnue. Mais en France on fit uſage d'une méthode nouvelle, qui ne commença à être pratiquée que dans les beaux jours de l'aſtronomie, & qui en fonda les ſuccès; c'eſt la méthode de meſurer la diſtance des aſtres par le tems. Puiſqu'il s'agit uniquement de découvrir la déclinaiſon & l'aſcenſion droite d'un aſtre, la déclinaiſon peut être facilement connue, l'aſtronôme n'a qu'à prendre à ſon mural la hauteur méridienne de l'aſtre, il connoît la hauteur de l'équateur; la différence des deux hauteurs lui donne la diſtance de l'aſtre à ce cercle, c'eſt la déclinaiſon, c'eſt la moitié de ce qu'il demande. Tout ſe réduit donc à l'aſcenſion droite; mais qu'eſt-ce que l'aſcenſion droite? C'eſt un arc de

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 320 & 400.

l'équateur, une portion du cercle de la révolution diurne, dont les parties égales paſſent en tems égaux au méridien. Tycho avoit meſuré directement ces arcs de l'équateur (*a*). Ptolémée paroît auſſi les avoir obſervés quelquefois (*b*). Avec une horloge bien réglée, c'eſt-à-dire, dont la marche eſt parfaitement uniforme, la différence des tems du paſſage de deux aſtres doit donc indiquer la différence de leur aſcenſion droite; & ſi l'aſcenſion droite, ou la place d'un de ces aſtres ſur l'équateur eſt connue, celle de l'autre le ſera auſſi. La méthode des diſtances eſt pénible; tout ce qui eſt difficile eſt une ſource d'erreurs: celle-ci eſt auſſi commode qu'exacte; il ne s'agit que d'attendre ſucceſſivement les deux aſtres au méridien, pour y obſerver l'inſtant de leur paſſage, & le dégré de leur hauteur. Le Landgrave de Heſſe avoit déjà eſſayé cette méthode. Nous avons dit qu'il obſervoit le tems du paſſage des étoiles par un azimuth, avec leur hauteur. Thadée Hagecius propoſa de faire cette obſervation dans le méridien (*c*), mais le tems n'étoit pas venu; cette excellente méthode manquoit de l'inſtrument néceſſaire; les horloges étoient trop défectueuſes, les erreurs auroient été énormes. On pouvoit alors ſe mocquer de la propoſition d'Hagécius, les hommes ne peuvent prévoir ni les préſens du haſard, ni les reſſources du génie. On n'auroit pas cru aux prodiges de ce ſiecle, ſi on les avoit annoncés d'avance. Comment deviner que la méthode d'Hagécius ſeroit le moyen des recherches futures, & la baſe de toute préciſion? Elle fut ſuivie en France dès l'établiſſement de l'obſervatoire; elle a été adoptée par les Anglois en 1690 (*d*). Preſque tous les progrès de l'aſtronomie ſont nés de cette

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 400.
(*b*) *Ibid.* p. 466.
(*c*) *Ibid.* p. 374. & ſuiv.
(*d*) Flamſteed, *Hiſt. céleſte*, T. II.

méthode. Ils montrent l'influence qu'un homme peut avoir ſur les ſiecles par une ſeule idée ; s'ils ſont nés en partie du haſard qui donna les lunettes, ils ſont évidemment les fruits du génie d'Huygens, qui appliqua le pendule aux horloges.

§. XI.

L'Astronôme détermine ainſi le lieu de tous les aſtres dans le ciel, des étoiles comme des planetes ; il compare les poſitions obſervées par lui de ces étoiles fixes aux poſitions jadis obſervées : il reconnoît, il meſure le mouvement par lequel elles s'avancent toutes enſemble le long de l'écliptique. Mais ce mouvement, qui n'eſt qu'une apparence, ne leur appartient pas ; quelle que ſoit la cauſe, ce ſont les points des équinoxes & des ſolſtices qui rétrogradent. La longitude eſt comptée de ces points : & lorſqu'ils reculent, la ſphere céleſte avec tous ſes cercles, ſemble tourner ſur elle-même autour des pôles de l'écliptique ; & les étoiles, préciſément parce qu'elles ſont immobiles, ſemblent avancer le long de ce cercle. Par ces comparaiſons on s'apperçoit encore que les latitudes des étoiles ont changé depuis Hypparque, & que l'écliptique a baiſſé pour s'approcher de l'équateur.

Les méthodes, que nous avons décrites pour déterminer le lieu des aſtres, ne ſont pas les ſeules dont l'induſtrie humaine ſe ſoit miſe en poſſeſſion. Les aſtres, par leurs rencontres nous éclairent ſur leur mouvement même. Des deux mouvemens le mieux connu aide à connoître celui qui l'eſt moins. Les plus remarquables de ces rencontres ſont les éclipſes, qui arrivent toutes les fois que la lune couvre le ſoleil pour le dérober à nos yeux, ou qu'elle s'y dérobe elle-même, en ſe plongeant dans l'ombre de la terre. Dans le premier cas, il eſt un inſtant où la lune avec

le ſoleil occupe préciſément le même point du ciel ; dans le ſecond, il eſt un inſtant où elle eſt préciſément à l'oppoſite, & éloignée de lui d'une demi-circonférence, ou de 180 degrés. Le mouvement du ſoleil, qui eſt aſſez ſimple, aſſez bien connu, peut donc ſervir à rectifier le mouvement de cette planete bizarre & irréguliere, qui ne marche qu'en dévoilant des inégalités différentes & accumulées, & qu'on ne peut ſaiſir, comme le Protée de la fable, qu'en épuiſant la variété de ſes formes ſucceſſives. Nous avons dit l'uſage de ces éclipſes dans la recherche des longitudes terreſtres, c'eſt une nouvelle raiſon pour l'aſtronôme de les obſerver. Les rencontres de la lune avec les autres planetes, & ſur-tout avec les étoiles qu'elle cache inſtantanément ſous ſon diſque, & qu'elle découvre de même, ſont très-utiles, tant pour dévoiler ſes propres mouvemens, que pour déterminer les longitudes terreſtres, & parvenir à la connoiſſance du globe.

§. XII.

Dans les éclipſes de lune, l'aſtronôme, avec le téleſcope, obſerve les momens de la fin & du commencement, le moment où l'ombre atteint quelque tache, & celui où l'ombre la laiſſe à découvert. Avec le micrometre il meſure pluſieurs fois, dans la durée de l'éclipſe, la grandeur de la partie éclipſée. La plus grande de ces meſures ſucceſſives eſt la quantité de l'éclipſe même. Toutes ces obſervations, faites à la fois en différens lieux de la terre, ſont autant de points de comparaiſon pour la détermination des longitudes terreſtres.

Dans l'éclipſe de ſoleil, on obſerve les tems du commencement, de la fin, les tems où les taches accidentelles, qui ſe trouvent ſur le diſque, ſont couvertes ou découvertes par la lune

lune. On reçoit l'image du ſoleil tranſmiſe par un téleſcope dans une chambre obſcure ; on place à ſon foyer un carton blanc, ſur lequel on a tracé un cercle d'une grandeur déterminée les jours précédens par celle du ſoleil ; ce cercle eſt diviſé par ſix cercles concentriques, qui partagent ſon diamette en douze parties appelées doigts. On voit l'ombre avancer ſur l'image, on ſuit ſes progrès ; ſa grandeur croiſſante ou décroiſſante eſt à chaque inſtant meſurée par l'étendue de ces doigts & de leurs ſubdiviſions. On fait des obſervations encore plus préciſes avec le quart de cercle, avec le micrometre. De toutes ces données le calcul déduit facilement la diſtance du centre de la lune au centre du ſoleil, & comme le lieu de celui-ci eſt ſuffiſamment connu par les Tables, le lieu de la lune le devient auſſi. Chaque obſervation corrigée de la parallaxe fournit donc un moyen de corriger les Tables de la lune, & de rectifier ſon mouvement. En même tems elle eſt un point de comparaiſon pour les longitudes & la différence des méridiens.

§. XIII.

Les occultations des étoiles par la lune ont également cette double utilité. Dans l'inſtant où une étoile s'éclipſe, comme dans l'inſtant où elle ſe montre, elle eſt préciſément au bord de la planete ; on a par conſéquent deux inſtans où le centre de la lune a été éloigné de l'étoile, de la quantité du demi-diametre qui eſt toujours connu ; le mouvement de la lune l'eſt auſſi dans l'intervalle : le calcul, & une infinité de réductions que la préciſion exige, mais que nous ne pouvons faire connoître ici (*a*), donnent l'inſtant où la lune a été en conjonction, où

(*a*) M. de la Lande, *Aſtron.* Tom. II, Liv. X.

elle a eu une longitude commune avec l'étoile. On a donc une poſition de la lune pour cet inſtant, & en conſéquence de la différence des méridiens, cet inſtant, quoique le même pour toute la terre, eſt marqué ſous chaque méridien par des heures différentes. Les obſervations qui y ont été faites, calculées, indiquent donc la différence de ces méridiens, & ſervent à la déterminer avec une préciſion plus grande que celle d'aucune autre méthode, parce que la diſparition & la réapparition inſtantanées de ces étoiles ne laiſſent pas héſiter un moment, une ſeconde; tandis que l'on eſt toujours incertain pendant quelques minutes du commencement & de la fin d'une éclipſe de lune. Ces phénomènes ſont plus faciles à ſaiſir dans une éclipſe de ſoleil, mais ils ne ſont pas inſtantanés, & l'on peut héſiter encore pendant quelques ſecondes.

§. XIV.

Nous ne verrons point l'aſtronôme obſerver les ſatellites de Jupiter; à l'époque où nous ſommes, il n'a que des eſſais dans ce genre, il n'oſe les produire; il ſuit ces aſtres, il les conſidere avec l'œil de la curioſité & de l'attention, il ne voit encore que des apparences inexplicables; ce ſont des énigmes que Galilée a découvertes pour en laiſſer l'explication à Dominique Caſſini. Ce ſera lui qui nous inſtruira; pour nous, nous ſuivons les tems, & nous diſons ce qu'ils nous revelent.

Nous avons montré les travaux de l'obſervateur pour les progrès de l'aſtronomie, mais ces progrès ſont fondés ſur l'exactitude des obſervations; cette exactitude doit donc avoir les premiers ſoins, & des ſoins portés juſqu'au ſcrupule. Ce n'eſt pas aſſez de pointer exactement à un aſtre avec toute la préciſion poſſible, de connoître aſſez la marche de l'horloge,

Digitized by Google

pour être sûr de l'instant où l'on observe, il faut encore vérifier l'instrument dont on se serr. C'est un organe dont il faut estimer le rapport, c'est un de nos sens que nous avons étendu; mais il conserve l'imperfection de sa nature. La division du limbe d'un quart de cercle, mobile ou mural, d'un sexrant, ne peut être rigoureusement exacte, il en faut connoître les erreurs; on pourra en tenir compte, c'est comme si elles n'existoient pas. Le ciel est toujours notre regle & notre modele de perfection; dès que le lieu des étoiles & celui du soleil sont connus par les catalogues de ces étoiles & par les tables du soleil, on peut toujours calculer l'instant, où l'un de ces astres aura une hauteur préciſe: en observant la haureur à cet instant, marqué par une horloge qui marche régulierement, si l'instrument ne donne pas, comme le calcul, la différence sera son erreur. On a imaginé un grand nombre d'autres vérifications (*a*); nous n'entreprendrons point de les détailler, nous ne nous proposons même pas de décrire toutes les méthodes (*b*); la marche de l'histoire en seroit trop ralentie. Ceux qui veulent la suivre pour s'instruire des progrès de la science, pour concevoir l'idée qu'elle mérite, n'ont pas besoin de ces détails. Ceux qui sont nés pour la cultiver, & pour faire éclorre de nouveaux progrès, doivent chercher ces détails dans les livres élémentaires (*c*). Il nous suffit d'avoir dit avec quel respect on interroge la nature, avec quel scrupule on rend compte de ses réponses. Les seuls oracles subsistans sont ceux que le ciel dévoile à l'astronomie, l'homme favorisé qui les reçoit, doit se

(*a*) M. de la Lande, *Astron.* Liv. XIV.

(*b*) Nous ne donnons ici que les méthodes qui ont influé sur les progrès à cette époque, nous donnerons les principales de celles qui ont été inventées depuis, quand elles se préſenteront.

(*c*) L'Astronomie de M. de la Lande est l'ouvrage le plus moderne & le plus complet en ce genre, il renferme toutes les méthodes, toutes les connoissances astronomiques, & même les plus élevées, sous la forme la plus élémentaire.

défier de lui-même, & ſe dépouiller, autant qu'il le peut, de toute illuſion, pour tranſmettre ces oracles dans leur pureté.

§. XV.

Il eſt ſur-tout deux ſortes d'illuſions dont il faut que ſes efforts & ſes travaux le préſervent, c'eſt la réfraction & la parallaxe. Ces illuſions ne lui appartiennent point: elles naiſſent & du voile de l'atmoſphere qui altere le lieu des objets, & de la poſition géographique qui fait varier les apparences céleſtes. Quoique l'homme eût pu rejeter la faute ſur la nature qui le trompe, les intérêts de la vérité n'en ſeroient pas moins trahis : tout ce que dit la nature eſt vrai, mais il faut entendre ſon langage. La réfraction, qui eſt une erreur de l'atmoſphere, s'obſerve comme l'erreur de l'inſtrument, par le moyen des hauteurs calculées des étoiles & du ſoleil, comparées avec les hauteurs obſervées. Qu'on ne croye pas que ces deux ſortes d'erreurs ſe compliquent & ſe mêlent, c'eſt à l'adreſſe de l'obſervateur à les ſéparer, pour diſtinguer leurs effets.

Après que l'aſtronôme a déterminé l'erreur de ſes inſtrumens, la quantité des réfractions, il eſt plus sûr de ſes obſervations, il peut toujours les dépouiller de ces effets illuſoires, & les réduire à la vérité ſimple & rigoureuſe. Il reſte la parallaxe qu'il faut connoître ; elle naît de l'étendue du globe & de la place que l'homme y occupe ; ſa demeure a, dans ſa petiteſſe une grandeur encore incommode. Hypparque voulut ſe débarraſſer de cette étendue, il ſe tranſporta par la penſée au centre de la terre ; c'eſt là qu'il s'eſt placé pour conſidérer les mouvemens céleſtes. Sans cette idée ingénieuſe, les aſtronômes, différemment placés, verroient différens phénomènes ;

il n'y auroit point d'unité dans leurs rapports, & ils ne s'accorderoient que dans une choſe, c'eſt qu'ils ſeroient tous également trompés. Mais pour cette entrepriſe hardie, de voir les choſes d'un lieu où l'on n'eſt pas, il falloit déterminer la différence des phénomènes que l'on voit à ceux que l'on verroit au centre de la terre; cette différence eſt la parallaxe. Nous avons dit (*a*) qu'elle eſt nulle pour un aſtre placé au zenith, qu'elle eſt la plus grande pour un aſtre qui ſe montre à l'horizon, mais ſur-tout qu'elle eſt toujours proportionnelle à la diſtance de l'aſtre à la terre. Ces principes déterminent la marche de l'aſtronôme, il faut obſerver l'aſtre le même jour à l'horizon, & le plus près poſſible du zenith; il faut comparer ces hauteurs avec celles qui réſultent de la poſition connue de l'aſtre dans le ciel, & les différences ſont les quantités de la parallaxe. Voilà la méthode qu'a ſuivie Ptolémée pour la parallaxe de la lune (*b*); on la ſuivit encore après lui, c'eſt la ſeule dont on puiſſe uſer quand on veut fixer cet élément ſans ſortir de ſon obſervatoire. Mais peu de tems après l'époque où nous ſommes, on ſentit qu'il falloit ſe tranſporter à de grandes diſtances ſur le globe, pour meſurer un élément, une illuſion, qui dépend réellement de la grandeur de ce globe. Lorſque deux obſervateurs, ainſi ſéparés, obſervent au même inſtant le lieu de la même planete, comme les différences ſont plus grandes, l'effet de la parallaxe eſt mieux connu. Mais ces méthodes, quoiqu'utiles, ont l'inconvénient de ne pouvoir s'appliquer qu'à la lune, dont la parallaxe eſt grande & très-ſenſible. On l'eſſaye auſſi ſur la parallaxe de Mars; mais cette parallaxe eſt ſi petite qu'il eſt difficile de la diſtinguer de la petite erreur, toujours inévitable, des obſer-

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 95. (*b*) *Ibid.* p. 177.

vations. Nous avons vu les moyens employés par Vendelinus (*a*) pour découvrir la parallaxe du ſoleil, en obſervant la lune dichotôme, ou à demi-éclairée. Mais l'aſtronôme ne nous dira rien ſur toutes les autres parallaxes, elles ſont inobſervables par ces méthodes, elles échappent à ſes ſens; & ſa conſolation, c'eſt que n'étant pas apperçues, elles ne ſont pas ſenſibles, & ne nuiſent ni à la certitude des obſervations, ni à l'exactitude des réſultats.

§. XVI.

La parallaxe de la lune lui a enſeigné la diſtance où nous ſommes de cette planete: il connoît du moins dans certaines limites l'éloignement du ſoleil, par ſa parallaxe encore incertaine. Mais il auroit été condamné à ignorer toûjours la diſtance des autres planetes, ſi Copernic n'eût pas rappelé le ſyſtême des anciens, & revélé le véritable ordre du monde. Puiſque toutes les planetes tournent autour du ſoleil, la vérité des mouvemens n'exiſte dans ſa pureté que pour ce centre. C'eſt de ce centre qu'il faut les voir; il faut donc encore s'y tranſporter par la penſée. La grandeur du globe de la terre produit une parallaxe, la grandeur de l'orbe que nous parcourons en produit une autre nommée *la parallaxe de l'orbe annuel.* Il faut donc apprendre à dépouiller les obſervations de l'effet de cette nouvelle illuſion. L'aſtronôme ſaiſit les momens où elle n'a pas lieu; il prend les planetes ſupérieures, Mars, Jupiter, Saturne, lorſqu'elles ſont oppoſées au Soleil, les petites planetes, Vénus & Mercure, lorſqu'elles ſont en conjonction avec cet aſtre, placées entre lui & nous:

(*a*) *Suprà*, p. 161.

les planetes, dans ces circonſtances, ſont dans une même ligne avec nous & le ſoleil; les planetes ſupérieures ſont dans le point du ciel oppoſé à cet aſtre, les deux planetes inférieures ſont dans le même point que lui. En ſe procurant avec le tems, une ſuite d'obſervations ſemblables; on a les mouvemens de ces planetes tels qu'ils ſeroient obſervés du ſoleil, on en dreſſe des Tables, & on ſe met en état de pouvoir calculer le lieu de ces planetes, tel qu'il eſt vu du centre de leur mouvement. L'aſtronôme a donc raiſon de dire qu'il ſe tranſporte réellement à ce centre, puiſqu'il peut rendre compte de ce qui s'y voit. Mais en même tems, en obſervant ce qu'il voit de la terre où il eſt, les differences lui enſeignent l'effet de l'étendue de ſon orbe, & la quantité de cette illuſion, de cette parallaxe de l'orbe annuel, qui a ſi long-tems embarraſſé les anciens, & qui a tant compliqué le mauvais ſyſtême de Ptolémée. Cette parallaxe étant, comme l'autre, proportionnelle à la diſtance de l'aſtre au ſoleil, on peut toujours en déduire cette diſtance (*a*).

Quand l'aſtronôme a ainſi partagé les eſpaces, déterminé les éloignemens, il peut connoître les grandeurs réelles des corps. Les quantités des diametres des planetes, meſurées par lui avec ſoin, ne ſont que des apparences; mais dès qu'il connoît les diſtances de chacun de ces corps, il rapporte toutes

(*a*) *Voyez* la figure 14; ſoit S le Soleil, T la Terre, I Jupiter, M Mars, le ſoleil voit Jupiter & Mars en A dans le ciel, la Terre voit l'un en B, & l'autre en C, l'angle AIB, ou TIS eſt la parallaxe de l'orbe annuel pour Jupiter. L'angle AMC, ou TMS eſt la même parallaxe pour Mars. On voit que dans le triangle TIS, où on connoît la parallaxe TIS & l'angle STI, diſtance de Jupiter au Soleil, qui peut toujours être obſervée, on connoîtra par la trigonométrie le rapport des côtés TS, IS, c'eſt à-dire, le rapport du rayon de notre orbe à celui de l'orbe de Jupiter. En faiſant le même calcul pour Mars, on aura le rapport des rayons de leurs orbes au rayon du nôtre, & par conſéquent le rapport de leurs diſtances au Soleil, & de la quantité comparée de leur éloignement.

Digitized by Google

les grandeurs à ce qu'elles ſeroient ſi les planetes étoient vues à une diſtance égale ; il peut dire, la Lune eſt par ſon volume la quarante neuvieme partie de la Terre (*a*), Mercure la dix-ſeptieme partie, Vénus les quatre cinquiemes, Mars le quart ; Jupiter eſt douze cent quarante-ſix fois plus gros, Saturne huit cent ſoixante-huit fois, & le Soleil, qui eſt à lui ſeul plus conſidérable, plus volumineux que tous les êtres enſemble, eſt douze cent mille fois plus gros que le globe que nous habitons, & où nous croyons être quelque choſe.

§. XVII.

NOTRE cours d'aſtronomie pratique eſt fini, nous avons ſuffiſamment obſervé l'obſervateur, il rentre dans ſon cabinet avec les ſecrets qu'il a ſurpris, avec les dépouilles du ciel : ſon ame a réſidé juſqu'ici dans le ſens de la vue & du tact, elle ſe retire avec elle-même, il va méditer ſur ce qu'il a vu ; il rappelle ce qu'on a vu jadis, pour comparer les faits préſens avec les faits paſſés. Qu'on ne croye pas qu'il ſe borne à être le témoin des phénomènes ; ce n'eſt pas une ſentinelle placée pour obſerver ce qui ſe paſſe au-dehors de notre citadelle, & dans les campagnes céleſtes : qu'on n'imagine pas qu'il a tout fait, lorſque la célérité du coup d'œil & l'adreſſe de la main lui ont procuré une obſervation exacte. Cette obſervation n'eſt qu'un moyen, qui lui a été indiqué par ſon génie, & dont ſon génie lui preſcrira l'uſage. L'obſervation eſt placée entre les vues de l'eſprit qui en ont montré l'utilité, & cette utilité même qu'il faut avoir l'art d'en faire éclorre.

(*a*) M. de la Lande, *Aſtron.* Art. 1398. On ne connoiſſoit pas encore ces quantités ſi exactement aux tems où nous ſommes, mais la différence avec l'exactitude actuelle n'eſt pas ſi grande que nous n'ayons pu les placer ici par anticipation.

Mais

Mais cette préviſion de l'eſprit, le preſſentiment des phénomènes à voir eſt étonnemment difficile ; c'eſt un don très-rare, c'eſt le génie lui-même. Il faut joindre à une vaſte mémoire où tous les faits connus ſoient dépoſés, une intelligence proportionnée pour combiner ces faits, pour comparer ce qu'ils ont produit avec ce qu'ils pouvoient produire. Il faut ſe repréſenter les phénomènes revêtus de toutes leurs illuſions, diſtinguer les cas où ces illuſions peuvent être ſéparées, marquer en même tems les inſtans où l'une a toute ſa force, & peut être plus facilement meſurée ; il faut quelquefois l'art de la multiplier, en ſommant, en réuniſſant ſes effets pour la rendre plus ſenſible. Une découverte, ſoit dans les principes, ſoit dans les phénomènes de la nature, dans les méthodes d'obſerver, ou dans les inſtrumens, change ſouvent l'état des choſes. Il faut alors revenir ſur le paſſé, appercevoir les reſſources nées de cette découverte, les moyens qu'elle offre de pénétrer plus avant, conſidérer ce qu'un fait nouveau peut changer, rectifier dans un enſemble de faits connus, & l'influence d'une idée ſur un grand nombre d'idées acquiſes. C'eſt par cette divination, c'eſt par cette maniere d'interroger le ciel, qu'on ſe rend digne des réponſes favorables. Alors quand l'aſtronôme devient obſervateur, il l'eſt avec toute la dignité de l'homme, il ſuit le plan qu'il a tracé, il agit d'après ſes vues, comme la main exécute la penſée. Mais quand il a multiplié les obſervations, quand il a amaſſé une multitude de faits, il faut qu'il remonte à la hauteur d'où il eſt deſcendu ; il faut que ſa vue les pénetre, les embraſſe. L'explication d'un phénomène eſt ſouvent dans un fait éloigné & ſolitaire ; les cauſes générales ſont ſous des maſſes de faits. Dans la variété de la magnificence céleſte, on a bien de la peine à retrouver la ſimplicité : mais organe & interprète des choſes divines,

l'aſtronôme s'aggrandit par cette noble fonction. Le génie ſeul peut dire : voilà la marche, voilà la regle de la nature. L'aſtronôme a commencé par l'épier, il finit par la preſſer de toute l'intelligence humaine pour faire ſortir ſes vérités.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE HUITIEME.

De Jean-Dominique Caſſini.

§. PREMIER.

PENDANT que les Académies s'établiſſoient en France & en Angleterre, & que les progrès rapides alloient naître du concours des hommes raſſemblés par le zele des ſciences, & pouſſés par l'émulation, un homme s'élevoit en Italie, pour ſuccéder à Galilée dans les découvertes du ciel, pour être, comme Hypparque, le réformateur de l'aſtronomie, & pour embraſſer comme lui la ſcience dans ſon entier. Jean-Dominique Caſſini naquit le 8 Juin 1625 dans le comté de Nice, à Perinaldo, d'où ſont ſortis & cette famille des Caſſini, illuſtrée par pluſieurs générations ſavantes, & les deux Maraldi, aſtronômes diſtingués, dont l'un eſt encore vivant.

Dominique Caſſini étant à Gênes au ſortir de ſes études, tomba par haſard ſur un livre d'aſtronomie, ſa voçation ſe déclara ; au milieu des objets de nos connoiſſances, il reconnut celui qui devoit faire la deſtinée & la gloire de ſa vie, & il entra dans la carriere. Mais ce livre appartenoit en même tems à l'aſtrologie. Caſſini ſaiſit à la fois la vérité & l'erreur, & l'un des plus grands hommes du ſiecle dernier commença par s'égarer ; tant il eſt vrai que les opinions générales, les opinions que protege la multitude, ont ſur les bons eſprits même un empire auquel il eſt difficile d'échapper ! C'eſt l'excuſe de Tycho & de Képler ; ils ont pu tomber dans l'erreur où tomba Caſſini, leur émule & leur égal. Mais on voit en même tems les progrès de la lumiere, l'affoibliſſement & la décrépitude de l'aſtrologie ; Tycho fut aſſez aveugle pour l'adopter ſans réſerve, pour la défendre avec opiniâtreté. Képler, plus éclairé, plus philoſophe, plus fort parce que le préjugé étoit déjà plus foible, flotta toute ſa vie entre ſa raiſon particuliere & ce préjugé, qui étoit la raiſon publique. Caſſini dans l'âge tendre, où l'on reçoit toutes les impreſſions, où l'on n'a d'idées que les idées acquiſes, penſa un moment comme le vulgaire ; mais le préjugé n'avoit plus de force que contre le génie naiſſant : Caſſini ſuivoit alors ſon ſiecle, quand il le précéda, il ne vit plus que la vérité.

§. II.

Une autre erreur qu'il adopta pour la rejeter enſuite, fut celle de la naiſſance fortuite des cometes ; il les regarda quelque tems comme des météores qui s'allument pour s'éteindre (*a*).

(*a*) Caſſini, *Obſerv. com. anni* 1652, & 1653. Mémoires de l'Acad. des Sciences, 1708, pag. 90.

On peut lui pardonner de s'y être trompé avec Hévélius, mais la jeuneſſe de Caſſini fut plus éclairée que la maturité de l'aſtronôme de Dantzic; Caſſini échappa bientôt à cette erreur, comme il avoit échappé à l'aſtrologie. Il avoit un eſprit né pour pénétrer les faits, & pour y lire les vérités renfermées; dès qu'il eut reconnu que le mouvement des cometes ſemblable à celui des planetes, n'avoit que des inégalités apparentes, s'exécutoit par des pas réguliers, croiſſans ou décroiſſans, avec une ſorte d'uniformité dans une route conſtante, propre à chaque comete, & différente de toutes les autres routes céleſtes, il ne put croire que tant de régularité appartînt à des corps produits par le haſard, lancés à travers les tourbillons que Deſcartes avoit placés dans le ciel. Ces aſtres obéiſſoient à des loix, le haſard n'en connoît point, ou nous-mêmes du moins nous ne connoiſſons pas les loix de ce que nous appelons haſard. La conſtance & la régularité lui parurent les caracteres de la permanence; il penſa que ces aſtres, ſi long-tems négligés, ou regardés comme des dépurations de l'éther, calomniés comme apportant des maux ſur la terre, indifférens à ce qui s'y paſſe, pouvoient être ſemblables à notre globe, ſe mouvoir avec lui & avec les autres planetes dans l'eſpace, & exiſter comme elles depuis le commencement des choſes.

Pour que la reſſemblance fût complette, il falloit concevoir leurs retours; Caſſini s'éleva à cette idée, trop long tems oubliée ou combattue; mais il y parvint par degrés, par des raiſons liées, & propres à la revêtir de ſes preuves. C'eſt parce qu'il avoit fait de bonnes obſervations de trois cometes (*a*); c'eſt parce que Tycho & Hévélius avoient eux-mêmes obſervé ces aſtres

(*a*) Celles de 1652, 1664, 1665.

ſinguliers & mal connus, qu'il put reconnoître dans ces obſervations l'ordre & la ſuite, qui appartiennent à des corps durables. Il revint donc à l'opinion des Chaldéens, conſervée par Apollonius Mindien, & qui avoit été méconnue pendant vingt-quatre ſiecles, écoulés depuis ces anciens aſtronômes.

§. III.

Qu'on nous permette quelques réflexions ſur ce retour aux idées antiques. Les cometes paroiſſent tout à coup; & dans les tems où, faute de téleſcopes, on ne pouvoit ſuivre la diminution lente de leur lumiere, on a dû les perdre & les voir diſparoître preſque inſtantanément; on a dû croire que leur deſtruction & leur naiſſance étoient fortuites, c'eſt la penſée la plus naturelle. L'eſprit humain procede par des comparaiſons; c'eſt ainſi qu'il apprécie & qu'il juge la nature; & les apperçus ſimples, qui ſont les premiers, ſont ceux auxquels il tient le plus. L'air eſt rempli de météores & de phénomènes qui brillent dans la ſérénité des nuits; de tout tems le ciel a eu des ſignes pour les hommes craintifs & pour les nations ſuperſtitieuſes. Les feux exhalés de la terre, la matiere électrique pompée ou rejetée par les corps, font naître dans l'atmoſphere des lumieres plus ou moins vives, des nuées blanches, ou colorées de pourpre & formées en arcs, en jets, ou en rayons. Ce ſpectacle changeant de feu & de lumiere paroît allumé, ou éteint par le haſard. On ne peut diſconvenir que les cometes n'aient au premier aſpect des reſſemblances avec ces météores; elles brillent comme les étoiles, qui ſont les feux du firmament, & comme ces feux de l'atmoſphere, nommés *étoiles tombantes.* La queue des cometes, leur chevelure, ont une blancheur ſouvent aſſez vive, qui reſſemble à la lumiere des météores; la matiere légere de ces météores eſt auſſi rare

Digitized by Google

que la queue des cometes. On a dû comparer ces phénomènes, on a dû les croire de la même eſpece; on a donné ſeulement plus de conſiſtance au corps de la comete, pour expliquer une plus longue durée: une matiere plus ſerrée, plus compacte, réſiſtoit plus long-tems à ſa diſſolution. Si les hommes ont été détrompés, ils n'ont pu l'être que par les obſervations, ce ſont les obſervations répétées, rapprochées les unes des autres, qui nous apprennent que ce qui paroît le plus ſimple à l'eſprit, n'eſt pas toujours le plus vrai & le plus naturel. Mais jugeons les tems par les faits. Lorſque Dominique Caſſini parut, l'aſtronomie avoit déjà acquis quelque étendue & quelque hauteur; Regiomontanus, Tycho, Képler, Hévélius avoient éclairé l'Europe, & avoient particulierement obſervé les cometes, cependant l'opinion générale étoit encore pour la naiſſance fortuite de ces aſtres paſſagers; la jeuneſſe de Caſſini y fut d'abord entraînée. On liſoit Seneque, on connoiſſoit l'idée d'Apollonius Mindien & des Chaldéens ſur la permanence & les retours des cometes; on n'avoit pas beſoin d'inventer cette idée, il ſuffiſoit de s'élever juſqu'à elle, & de la juger. Mais l'eſprit humain a eu beſoin de vingt-quatre ſiecles pour cette opération ſi facile en apparence; il a fallu des inſtrumens perfectionnés, des obſervations exactes, & le génie de Caſſini. Les Chaldéens n'ont donc pu concevoir cette opinion philoſophique & vraie que par les mêmes motifs, qu'avec de bonnes obſervations & du génie. Mais il eſt plus que douteux qu'ils aient eu du génie, & il eſt certain que les obſervations n'exiſtoient pas. Hypparque & Ptolémée les auroient connues, citées; ils n'ont pas plus fait de cas de l'idée du retour des cometes que du ſyſtême du mouvement de la terre; l'un & l'autre étoient dénués de faits, ces aſtronômes les ont regardés comme des erreurs populaires, ils n'ont pas même daigné

parler des cometes. Cette idée n'étoit donc qu'une réminiſcence chez les anciens, une opinion conſervée par la tradition chaldéenne; & ſi, comme nous le croyons, l'eſpece humaine, toujours ſemblable à elle-même, eſt deſtinée à ſuivre toujours à peu près les mêmes voies, à rencontrer toujours les mêmes difficultés; ſi ces difficultés, pour être vaincues, demandent à l'eſprit humain les mêmes travaux, & à la nature le même tems, il faut croire que les Chaldéens n'ayant point obſervé les cometes, n'ont pu avoir ſur l'exiſtence de ces aſtres que les opinions les plus ſimples & les plus naturelles. Il faut concevoir un peuple qui les a précédés, qui a cultivé les ſciences comme notre race moderne, les a cultivées preſque ſans interruption depuis l'école d'Alexandrie; un peuple qui a vécu aſſez de ſiecles pour voir ſe ſuccéder des hommes tels qu'Hypparque, Tycho, Képler & Caſſini, avec les intervalles néceſſaires au repos de la nature, qui ne produit pas toujours, & qui eſt ſur-tout avare de génies.

§. IV.

Tycho avoit fait mouvoir les cometes dans des cercles qui enveloppoient le Soleil; elles étoient dans ſon ſyſtême, comme Vénus & Mercure, les ſatellites de cet aſtre. Képler leur avoit aſſigné une route en ligne droite. L'opinion & la méthode de Dominique Caſſini ſe compoſerent des idées de ces deux aſtronômes. Caſſini, faiſant des cometes des aſtres durables, dût les faire marcher dans des courbes fermées, qui permiſſent des révolutions & des retours. Il regarda leur orbite comme un cercle infiniment grand; la terre placée dans l'intérieur, ne peut appercevoir la comete que dans une partie très-petite, très-peu courbe, & fort approchante de la ligne droite, auſſi

Dominique

Dominique Caſſini, pour repréſenter les mouvemens d'une comete, tire une ligne droite tangente au point de l'orbite, où cette comete a été périgée & le plus près de la terre. Il ſuppoſe que les rayons viſuels, menés de la terre à tous les lieux où l'aſtre a été vu, coupent ſur cette tangente des parties, qui comptées du périgée, ſont proportionnelles au tems. Avec cette hypothèſe, il fut en état non ſeulement de repréſenter les mouvemens obſervés, mais encore d'annoncer avec aſſez d'exactitude, les mouvemens & les poſitions futures. Il imagina cette hypothèſe pour les cometes de 1664 & de 1665; ces cometes avoient également occupé Auzout à Paris. Les deux méthodes dévoilées ſe trouvent les mêmes, & le jeune aſtronôme, ſans jalouſie, s'applaudit d'avoir atteint & égalé un aſtronôme plus exercé (*a*).

§. V.

KÉPLER avoit montré par de longs & de laborieux calculs, que le mouvement inégal des planetes ne naît pas ſeulement de ce que le ſoleil eſt hors du centre de ce mouvement, mais d'une inégalité réelle dans la marche de ces aſtres. Caſſini trouva le moyen de démontrer aux yeux l'inégalité d'une maniere ſenſible. Sa jeuneſſe ne l'avoit pas empêché d'être nommé profeſſeur d'aſtronomie à Bologne, on l'avoit jugé digne de remplacer Cavalieri, un des plus grands hommes de l'Italie. Cette ville de Bologne renfermoit un monument

(*a*) Il y a des cometes qui s'éloignent très-ſenſiblement d'un grand cercle, comme celle de 1664; mais il en arrive autant à la lune par le mouvement de ſes nœuds. Dominique Caſſini avoit éminemment le génie aſtronomique, il en ſavoit déployer toutes les reſſources; & par un mouvement ſemblable des nœuds de la comete, il étoit parvenu à repréſenter les irrégularités de ſon mouvement, comme on le voit dans le livre qu'il publia à Rome ſur cette comete en 1665, & *Mém. Ac. Scien.* 1699, p. 37.

aſtronomique, qui attira toute l'attention de Caſſini ; c'étoit la ligne méridienne, & le gnomon élevé dans l'égliſe de Sainte Petrone par Egnace Dante pour la réforme du calendrier (*a*) ; mais ce monument, conſtruit dans un tems où l'on étoit peu difficile, ne convenoit plus au tems de Dominique Caſſini. Caſſini donna au gnomon une élévation de quatre-vingt-quatre pieds ; il tira une méridienne plus exacte, & il fut en état de ſuivre toute l'année les changemens de la hauteur du ſoleil. L'image de cet aſtre y étoit grande dans tous les tems, & facile à meſurer. Caſſini entreprit d'examiner, par les variations de cette image, l'inégalité de la terre ou du ſoleil qui paroît ſe mouvoir. Si le ſoleil ſe mouvoit uniformément, ſi la terre étoit au centre du cercle qu'il ſemble décrire, on le verroit toujours de la même grandeur, & marcher toujours à pas égaux. Mais la terre n'eſt pas au centre, il s'enſuit que la vîteſſe & la grandeur du ſoleil doivent varier ; il doit être vu plus grand, il doit ſe mouvoir plus vîte, lorſqu'il eſt plus près : c'eſt ſon inégalité optique. Mais en vertu de cette cauſe ſeule, la grandeur & la vîteſſe doivent augmenter ou diminuer proportionnellement, & par des degrés ſemblables. Caſſini compara donc les changemens de la vîteſſe aux changemens de la grandeur de l'image exactement meſurée, & il vit, il montra que la vîteſſe croiſſoit ou décroiſſoit dans une plus grande proportion que les diametres du ſoleil (*b*) ; l'excentricité n'agiſſoit donc pas ſeule, il y avoit donc dans la marche de l'aſtre une inégalité qui lui étoit eſſentielle, & qui ne tenoit point à la poſition excentrique de l'œil dans l'orbe décrit. C'eſt cette inégalité qui avoit conduit Képler pour découvrir la forme

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtronomie moderne, Tom. I, p. 391.

(*b*) Caſſini, *Specimen obſer. Bonon. & Epiſt. ejuſdem.*

Digitized by Google

elliptique des orbites. Bouillaud l'avoit adoptée, mais beaucoup d'aſtronômes ſe refuſoient encore à cette nouveauté hardie; le ſoleil parla lui-même par l'organe de Caſſini, & il ne fut plus permis de douter après cet oracle.

§. VI.

Ces obſervations, ces remarques de Dominique Caſſini ne furent point infructueuſes, & la méridienne de Sainte Petrone lui fournit les moyens de conſtruire de nouvelles Tables du ſoleil; il réſolut le problême où avoit échoué Képler, de déterminer par trois obſervations l'apogée, l'excentricité, & les inégalités d'une planete. Ce problême, réſolu dans le cercle par Hypparque (*a*), étoit infiniment plus difficile dans l'ellipſe de Képler (*b*). Caſſini ſuppoſoit que le mouvement inégal, autour du foyer où étoit le ſoleil, étoit égal autour de l'autre: mais cette hypothèſe, imaginée par Albert Curtius, & ſuivie par Street & par Bouillaud, n'étoit point exacte & ne repréſentoit pas toujours aſſez bien les obſervations; c'eſt pour trouver quelque part un centre d'uniformité, que Mercator avoit fait la *ſection divine* de l'excentricité (*c*). Dominique Caſſini, conduit par des vues plus ſaines, en adoptant la ſuppoſition d'Albert Curtius, changea la courbe des mouvemens, il enſeigna à décrire une eſpece d'ovale fort reſſemblante à l'ellipſe, mais qui cependant n'en eſt pas une (*d*). S'il s'éloigna de la vérité des mouvemens elliptiques, il s'en éloigna peu. Ce centre d'égalité tenoit lieu du centre de l'équant de Ptolémée; mais ce centre ne ſubſiſte nulle part; il n'y a d'égalité réelle que dans la proportionnalité des tems avec les aires décrites

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 87 & 472.
(*b*) Caſſini, Elémens d'aſtron. p. 173.
(*c*) *Suprà*, p. 214.
(*d*) Caſſini, *Ibid.* p. 149.

autour du foyer, découverte par Képler. C'eſt la loi du ciel, nulle hypotheſe ne peut être vraie, ſi elle n'eſt établie ſur cette loi, ou ſi elle ne la confirme.

§. VII.

Copernic & quelques anciens avant lui, ont enſeigné que le globe de la terre tourne ſur ſon axe, & préſente ſucceſſivement ſes différentes parties au ſoleil, pour faire l'alternative des jours & des nuits. Nos ſens ne ſont point affectés de ce mouvement; à nos yeux c'eſt le ſoleil qui ſe leve & ſe couche, ce ſont les étoiles qui ſemblent nous chercher en ſortant de l'horizon, & qui ſemblent nous fuir en s'y replongeant Il faut de la foi pour croire que les faits ſont entierement contraires à ces apparences; la raiſon a toujours beſoin de ſe raſſurer ſur cette étrange concluſion. On avoit découvert la rotation du ſoleil autour de ſon axe, mais qu'eſt-ce que le ſoleil? C'eſt un aſtre de feu & de lumiere, c'eſt le braſier de l'univers; l'agitation paroît eſſentielle à la matiere ignée. Peut-on établir des rapports, y a-t-il de l'analogie entre cette matiere active & lumineuſe & la matiere lourde & obſcure dont eſt formé notre globe? Le ſoleil peut ſe mouvoir ſur ſon centre ſans que la terre ſe meuve ſur le ſien, & quoique ce ſoit l'analogie qui nous conduiſe le plus ſouvent dans la connoiſſance de l'univers, cette analogie ne doit rapprocher que des ſubſtances de la même eſpece. Il falloit donc un autre exemple que celui du ſoleil; cet exemple fut offert à des yeux trop attentifs pour laiſſer échapper des vérités. Le génie de Caſſini l'appeloit à l'héritage de Galilée; le monde de Jupiter & de ſes quatre ſatellites étoit un tréſor de connoiſſances & d'utilités. Galilée qui les découvrit, n'avoit pas vu tout ce qu'on y peut voir. L'inſtrument trop nouveau, le téleſcope

n'étoit pas assez perfectionné ; & d'ailleurs la satisfaction des découvertes suspend peut-être pendant un tems les progrès ; l'esprit s'y complaît & s'y repose : ce qu'on voit retient les regards, & nuit à ce qu'on peut voir encore ; il faut bien jouir de la vérité apperçue. Cassini, frappé de l'utilité de ces astres nouveaux pour la détermination des longitudes terrestres, jaloux d'atteindre à la gloire de Galilée, en complettant, en exécutant ses idées, porta ses yeux frais & avides sur Jupiter & sur les mouvemens de ses satellites ; ce fut sa contemplation habituelle. Il retrouva sur cette planete les bandes que Galilée y avoit trouvées, & qui partagent le disque par son milieu. Ces bandes continues, en forme de zône ou de ceinture, n'offrirent rien de plus à Cassini, que des changemens déjà remarqués dans leur nombre & dans leur largeur. Il apperçut d'autres traces plus petites, semées, isolées sur le disque ; elles fixerent son attention, il y revint plusieurs fois dans l'intervalle d'une nuit : mais ces taches n'étoient plus à la même place ; elles étoient ou plus près, ou plus loin des bords du disque. Tout objet qui a du mouvement est une occasion de travail & de découvertes pour l'astronôme. Il étoit évident que ces taches avoient marché sur le globe, ou bien ce globe tournoit sur lui-même pour les faire passer devant nous. Le premier soupçon fut bientôt détruit, ces taches n'avoient point de mouvement propre : elles étoient adhérentes au corps de Jupiter ; on les voyoit plus grandes dans le milieu du disque, leur mouvement y étoit plus rapide que vers les bord. Nous avons déjà dit, en parlant des taches du Soleil (*a*), que ces apparences sont les preuves de l'adhérence au globe ; le mouvement des taches n'étoit donc que celui du globe, & Jupiter

(*a*) *Suprà*, p. 106.

tournoit ſur lui-même. Caſſini, en ſuivant conſtamment les phénomènes de l'apparition & de l'abſence des mêmes taches, découvrit que cette rotation de Jupiter s'accomplit en neuf heures cinquante-ſix minutes (*a*). Si cette planete a des habitans, c'eſt la durée de leur révolution diurne; leur jour eſt de cinq heures, leur nuit n'eſt pas plus longue. Chez eux la lumiere & la nuit, le travail & le repos ſe renouvellent plus ſouvent que chez nous, & ſe ſuccedent par de plus courts intervalles. L'axe, les pôles de ce mouvement ſont preſque perpendiculaires à la route que Jupiter décrit autour du Soleil; l'équateur de ce globe ſe confond preſque avec ſon écliptique. Tous les biens qui dépendent de la préſence de l'aſtre des jours ſont donc conſtans; il n'y a point de viciſſitudes dans les ſaiſons, & c'eſt là que doit exiſter le printems éternel des poëtes. Preſque partout les jours ſont égaux aux nuits: mais auſſi quelque peu d'inclinaiſon que cet équateur ait ſur l'écliptique, quand le Soleil eſt une fois au-deſſous de cet équateur, il y eſt pour long-tems; les pôles perdent cette vue conſolante & ſalutaire pendant une demi-révolution, & leur nuit, au lieu d'être de ſix mois comme la nuit de nos pôles, eſt de ſix de nos années. Ces habitans de Jupiter ont autant de droit que nous a faire tourner le Soleil autour d'eux, pour accomplir leur jour & leur nuit de dix heures; leur propre mouvement n'eſt pas plus ſenti par eux que nous ne ſentons le nôtre. Ils ne voyent point la marche des taches qui ſont ſur leur demeure, & qui nous démontrent ce mouvement. Malgré notre éloignement, nous ſommes donc mieux inſtruits des phénomènes qui les concernent. C'eſt le ſort de l'homme, éclairé ſur tout, aveugle pour lui-même; ce qui eſt près de lui, ce qui le touche

(*a*) En Juillet 1665, Caſſini, *Elem. d'aſtron.* p. 403.

eſt ce qu'il ignore. Il faut que l'exemple ſerve à la raiſon, les habitans de Jupiter ſe trompent, ne nous trompons pas comme eux. Cette lourde & volumineuſe planete, en tournant rapidement ſur ſon axe dans le court intervalle de dix heures, nous enſeigne, nous démontre que notre globe, environ mille fois plus petit, eſt capable de tourner lui-même, mais avec moins de force, avec plus de lenteur, & dans un intervalle de vingt-quatre heures. Copernic, par des raiſons de probabilité & de convenance, par la raiſon ſi puiſſante de la ſimplicité, démontra le mouvement de la terre aux philoſophes; Caſſini, en découvrant un nouveau phénomène aſtronomique, rendit ce mouvement ſenſible par une analogie complette, & la vérité fut acceſſible pour tous les hommes.

§. VIII.

Dominique Cassini penſa que l'exemple de la rotation de Jupiter n'étoit pas unique. La nature dans ſes productions, attache aux eſpeces plus d'une reſſemblance; elle ne ſe diverſifie que dans les détails des choſes, elle ſe copie dans les grands caracteres. Les corps des planetes ſemblables par leur forme de globe, par la propriété de réfléchir la lumiere, par le mouvement qui les tranſporte dans des ellipſes, en obéiſſant aux mêmes loix, pouvoient ſe reſſembler encore par la rotation ſur leur axe. Caſſini tourna ſes yeux ſur Mars; il y trouva des taches auſſi grandes que celles de la lune, relativement à la proportion des diſques apparens. Il vit ces taches ſe mouvoir comme celles de Jupiter, il en deſſina les figures, & le tableau changea ſuivant les différens inſtans. Il reconnut les deux hémiſphères de la planete, préſentés ſucceſſivement par un mouvement de rotation. Enfin ſaiſiſſant & comparant les tems où il avoit vu le même tableau & le même hémiſphere, il

s'aſſura que Mars tournoit ſur lui-même en vingt-quatre heures trente-neuf minutes. Ce mouvement s'accomplit preſque paralleſment au plan de la route de Mars autour du Soleil ; l'axe eſt preſque perpendiculaire à cette orbite (*a*) ; ainſi le printems perpétuel regne encore dans cette planete, & les habitans, ſi elle en a, ont des jours à peu près pareils aux nôtres.

§. IX.

Dans le même tems en Angleterre, Hook, qui ſera toujours célebre pour avoir eu l'idée de la gravitation, pour avoir engagé Newton dans ſa vaſte entrepriſe, Hook avoit conſidéré ces taches de Jupiter & de Mars. Il remarqua ſur la premiere de ces planetes une petite tache ſéparée des bandes, il ſuivit ſon mouvement, & il reconnut qu'elle avoit parcouru environ la moitié du diametre de Jupiter en deux heures (*b*). Il vit auſſi des taches ſur le diſque de Mars, il leur reconnut un mouvement, & il invita les aſtronômes à les obſerver (*c*). Il continua de les obſerver lui-même, & retrouvant ces taches mobiles à la même place pluſieurs jours de ſuite, & à la même heure, il en conclut que Mars faiſoit une ou deux révolutions en vingt-quatre heures (*d*) ; mais il n'alla pas plus loin, & ne détermina point les révolutions de Jupiter & de Mars. Caſſini en Italie prévenoit ſes invitations, il meſuroit avec exactitude les mouvemens qu'Hook n'avoit fait qu'appercevoir (*e*). Ces obſervations délicates dépendent beaucoup de l'excellence des inſtrumens. Caſſini, né dans un plus beau climat, avoit encore pour lui la perfection des

(*a*) Caſſini, *Élem. d'aſtron.* p. 458.
(*b*) En 1664, Tranſac. philoſ. N°. 1 & N°. 4.
(*c*) En 1666 *Ibid.* N°. 11.
(*d*) *Ibid.* N°. 14.
(*e*) Les Obſervations de Hook ſont de Mars 1666.
Celles de Caſſini ſont de Février.
Tranſact. philoſ. N°. 14.
Caſſini, *Elem. d'aſtron.* p. 458.

téleſcopes

téleſcopes de Campani ; cet artiſte célebre a contribué aux progrès de l'aſtronomie. On a vu que l'invention du téleſcope avoit ouvert le ciel à Galilée ; Campani, en travaillant des objectifs plus forts, qui rendoient les objets avec plus de lumiere, de grandeur & de fidélité, facilita les découvertes de Dominique Caſſini. Mars s'offre à nos yeux ſous une petite apparence ; ſes taches ſont quelquefois obſcures & mal terminées : ſi le téleſcope n'eſt pas excellent, il eſt facile de les confondre & de ſe tromper ſur leur retour. Des aſtronômes Romains, qui obſervoient avec des verres de Divini, bien inférieurs à ceux de Campani, ſe trouverent ſans doute dans la même incertitude que l'aſtronôme Anglois ; moins ſages que lui, ils déciderent que la révolution de Mars s'accompliſſoit en treize heures, & ils ſe tromperent (*a*). La détermination de Dominique Caſſini a été vérifiée & confirmée deux fois par Maraldi, & par de nouvelles obſervations (*b*).

§. X.

Ce phénomène, ſemblable dans les globes de Jupiter & de Mars, invitoit Dominique Caſſini à généraliſer la loi de la nature, & à chercher le même phénomène dans d'autres planetes. Il conſidéra Vénus ; il y vit des taches, mais ces taches étoient très-foibles, d'une étendue conſidérable, irréguliere, avec des contours mal terminés, & peu propres à être diſtingués. Caſſini avoit ſoumis Jupiter & Mars, mais Vénus, par des difficultés nouvelles, s'efforçoit d'échapper à l'aſtronôme. Cette planete, lorſqu'elle eſt le plus près de nous, s'éleve peu ſur l'horizon ; elle eſt donc enveloppée de vapeurs, & en

(*a*) Caſſini, *Elémens d'Aſtronomie*, page 419.

(*b*) Mém. de l'Acad. des Scien. ann. 1706, p. 714 ; 1720, p. 144.

même tems ſa lumiere éclatante eſt trop agitée par le tremblement de l'atmoſphere. Plus les planetes approchent du ſoleil, plus leur lumiere réfléchie approche de ſon éclat. Nul homme n'a l'organe aſſéz fort pour fixer cet aſtre; la vue eſt encore trop foible pour fixer Vénus, il faut la couvrir d'un voile; on eſt obligé de rétrécir l'ouverture de l'objectif pour diminuer ſa lumiere, ou de l'enduire d'une légere fumée, pour ne laiſſer voir Vénus qu'à travers une eſpece de nuage. Malgré ces attentions, les taches de ſon diſque ſont encore difficiles à appercevoir; il vaut mieux attendre que la planete ſoit plus éloignée, s'éleve davantage au-deſſus de l'horizon & hors des vapeurs groſſieres; ſa lumiere moins vive eſt plus tranquille, mais alors elle n'eſt éclairée qu'à moitié, ou même en croiſſant. Alors la vue n'a que peu d'eſpace à parcourir, les taches ont moins de chemin viſible, & le mouvement eſt d'autant moins apparent. Cependant, malgré ces difficultés, comme le génie & les efforts ſurmontent tout, Caſſini parvint à diſtinguer une partie de Vénus plus claire que le reſte du diſque (*a*); il la ſuivit & il s'aſſura de ſon mouvement. La planete de Vénus étoit donc ſoumiſe, comme les deux autres, à une loi qui ſembloit devenir générale. Mais cette rotation offrit un phénomène particulier; celles de Jupiter & de Mars s'exécutoient preſque parallèlement à l'orbite, & autour d'un axe preſque perpendiculaire; les taches de Vénus au contraire parcouroient le diſque du midi au nord, & l'axe de ſa révolution diurne étoit preſque couché dans le plan de ſon orbe autour du ſoleil (*b*). Ce phénomène a depuis été confirmé par Bianchini (*c*); mais le tems de cette rotation devint un pro-

(*a*) Le 14 Octobre 1666.
(*b*) Caſſini, *Elem. d'Aſtr.* p. 511.
(*c*) Bianchini, *heſperi & phoſphori nova phenomena.*

blême difficile : Jupiter & Mars peuvent ſe laiſſer voir dans toute l'étendue des longues nuits ; Vénus, forcée de ſuivre les pas du Soleil, ne le précede & ne le ſuit jamais que de quelques heures ; on ne peut donc obſerver ſa rotation pendant un tems ſuffiſant pour en dévoiler toutes les circonſtances.

Caſſini ne voulut pas prononcer ſur la totalité d'un mouvement dont il n'avoit obſervé qu'une petite partie ; il ne décide point ſi c'eſt une révolution entiere, ou une libration ſemblable à celle de la lune. Cette modeſtie & cette réſerve dans les jugemens ſont la preuve d'un bon eſprit. Cependant il devina, ou il ſoupçonna que le tems de la rotation pouvoit être de 23 heures & un quart (*a*). Cette divination d'un homme ſupérieur a bien quelque poids ; quand les yeux ſont exercés, ils acquierent une fineſſe de tact à laquelle on peut s'en rapporter. Des ſenſations multipliées & délicates donnent lieu à des jugemens dont on ne peut rendre compte, & qui n'en ſont pas moins ſolides pour paroître dénués des motifs qui les fondent.

§. XI.

Pour ne pas revenir ſur cette matiere, nous dirons que Bianchini, prélat diſtingué à Rome par le ſavoir & par le zele de l'aſtronomie, obſerva de nouveau en 1726 les taches de Vénus. Dominique Caſſini, fixé en France, n'avoit pu les revoir ; il faut à ces recherches le climat de l'Italie. Bianchini conclut de ſes obſervations que Caſſini s'étoit trompé, non ſur le ſens de ce mouvement, mais ſur la durée. La différence de leurs réſultats eſt même très-grande. Bianchini trouve que la rotation ne peut être révolue que dans 24 jours &

(*a*) Caſſini, *Elemens d'Aſtronomie*, p. 515.

8 heures (*a*). Qu'on n'imagine pas que la différence de ces réſultats dépende d'une erreur groſſiere ; la tache ſe remontre le lendemain, peu éloignée du lieu où elle a paru la veille, la différence n'eſt qu'un petit eſpace; Bianchini ſuppoſe qu'elle n'a parcouru réellement que ce petit eſpace ; Caſſini a cru pouvoir juger qu'elle avoit accompli une révolution entiere avant de le parcourir. C'eſt dans des cas ſemblables que la vue de l'eſprit aide & ſurpaſſe la vue corporelle. Jacques Caſſini, fils de Dominique, défendit ſon pere qui n'étoit plus ; il diſcuta les obſervations, & il montra qu'elles ne ſuffiſoient pas pour prononcer entre les deux aſtronômes. C'eſt alors que l'évaluation morale & la conſidération du génie peuvent entrer dans la balance. Les obſervations ſont des faits, elles doivent être fidelles, c'eſt une affaire de probité ; elles ſont exactes lorſque l'aſtronôme a de l'adreſſe & de l'intelligence. Nous ne révoquerons point en doute ni les obſervations de Bianchini, ni encore moins celles de Dominique Caſſini ; mais pour avoir un ſentiment dans cette matiere incertaine, pour nous décider entre les tems ſi différens de cette rotation obſervée, l'un de 24 jours & 8 heures, l'autre de 23 heures & un quart ſeulement, nous remarquerons avec Jacques Caſſini (*b*), que les obſervations nouvelles s'expliquent très-bien dans l'hypothèſe de ſon pere, peuvent s'accorder avec une rotation de 24 heures, au lieu que ſi celle de 24 jours a réellement lieu, tout ce qu'a vu Caſſini n'a été qu'une apparence illuſoire, & il eſt bien difficile de croire que ce grand homme s'y ſoit laiſſé tromper.

§. XII.

Mais Bianchini fit ce que Dominique Caſſini n'avoit point

(*a*) Bianchini, *heſperi & phoſphori nova phenomena.*

(*b*) Caſſini, *Elémens d'Aſtronomie*, page 525.

fait, il détermina exactement le mouvement; la rotation eſt preſque perpendiculaire à l'orbite de Vénus, ſon axe ne s'éleve ſur ce plan que par un angle d'environ 15 degrés. Il alla plus loin, & ayant ſuivi les phénomènes de la rotation pendant toute une révolution de Vénus autour du Soleil, il s'aſſura que l'axe avoit une inclinaiſon conſtante, & que conſervant ſon paralléliſme comme l'axe de la terre, il étoit toujours dirigé au même point du ciel. Les grands phénomènes ſont donc généraux : voilà quatre planetes qui roulent ſur elles-mêmes, & leurs axes ſont inébranlables dans la même poſition. Cette découverte eſt encore une confirmation de l'hypothèſe de Copernic, ou plutôt de la vérité de ſon ſyſtême du monde; pour expliquer les ſaiſons, il avoit été obligé de ſuppoſer le paralléliſme, & le regard conſtant de l'axe de la terre au même point du ciel. Ce phenomène ſe trouve dans le globe de Vénus; ce n'eſt plus un fait iſolé dans la phyſique céleſte, on peut croire que c'eſt une loi de la nature. C'eſt ainſi que la vérité s'établit, chaque jour l'éclaire de ſa lumiere, & lui donne des titres nouveaux. Ce globe de Vénus ne jouit point du printems perpétuel que nous avons trouvé ſur les planetes de Jupiter & de Mars; les ſaiſons n'y ſont point nuancées comme ſur la terre : les habitans de Vénus ne peuvent en connoître que deux, l'été & l'hiver. La révolution diurne ne fait ppint le jour & la nuit, elle expoſe toujours le même hémiſphere aux regards du Soleil; & ſi Vénus n'avoit point de route à parcourir, ſi elle étoit immobile dans un point de l'eſpace, la moitié de ſon globe ſeroit le ſéjour de la nuit & de l'hiver, tandis que l'autre moitié, dans un jour éternel, reſſentiroit conſtamment les ardeurs de l'été, & ſeroit brûlée des rayons du Soleil. Mais elle ſe meut, & dans ſa courſe de 224 jours, elle préſente ſucceſſivement ſes différentes parties

au foyer de la chaleur. Là, comme aux deux pôles de la Terre, les jouiſſances & les abſences ſont longues: quand un hémiſphere de Vénus perd ou recouvre la lumiere, c'eſt à peu près pour une demi-révolution; & dans cette révolution de 224 jours, qui fait l'année de Vénus, la plupart de ſes habitans n'ont qu'un jour & qu'une nuit.

§. XIII.

L'ANALOGIE porte à croire que les deux autres planetes, Saturne & Mercure, ont auſſi ce mouvement de rotation ſur leur axe. Saturne, ſans cette rotation, n'auroit qu'un jour & qu'une nuit dans une révolution de près de trente ans; un de ſes hémiſphères pendant quinze années, ſeroit privé de la chaleur du Soleil & de la vue de ſa lumiere. On peut juger de la triſteſſe d'un hiver ſi durable & d'une nuit ſi longue! Mercure également dans ſa courte révolution de 88 jours, n'auroit qu'un jour & qu'une nuit; mais la proximité du Soleil rendroit inſupportables ce jour & cet été de 44 jours; la petite planete auroit tour à tour un de ſes hémiſphères brûlé. Cependant ces cauſes finales ne ſont point des raiſons de croire, elles nous feroient juger la nature par nos vues; cette meſure eſt inſuffiſante & trompeuſe. Les aſtronômes ſans avoir égard à ces cauſes, ſont perſuadés que Saturne & Mercure tournent ſur leur axe; leur opinion eſt mieux fondée ſur l'analogie qui unit toutes les parties de l'univers, & ſur cette vérité d'obſervation, que dans les claſſes des corps, dans les eſpeces ſemblables, les grands caracteres ſont conſtans. Mais Dominique Caſſini, ni aucun aſtronôme depuis lui, n'a pu vérifier dans Saturne & dans Mercure, la généralité de la loi. Saturne eſt à une diſtance énorme; Mercure eſt enveloppé des rayons du Soleil; l'un n'offre qu'un petit diſque, avec une lumiere ſi

foible qu'on n'y peut diſtinguer ni taches ni mouvement ; l'autre, avec encore plus de petiteſſe, a un éclat ſi vif qu'on a peine à voir ſes phaſes, encore moins y verroit-on des taches. L'un eſt trop obſcur, & l'autre trop lumineux pour nous ; les excès accablent l'homme, il ne ſupporte ni la pauvreté, ni l'abondance.

§. XIV.

Une découverte entierement nouvelle, fut celle de l'aplatiſſement de Jupiter. Dominique Caſſini s'apperçut que le diſque de cette planete n'étoit pas exactement rond ; il ſembloit que ſon globe eût été preſſé & aplati par quelque force, pour prendre la figure d'un ſphéroïde, & pour donner au diſque une forme ſurbaiſſée & elliptique. Quoique cet aplatiſſement ſoit aſſez conſidérable, relativement aux dimenſions du globe, ce globe eſt encore ſi petit dans nos lunettes, que l'aplatiſſement peut échapper à la vue. Galilée ne l'avoit point connu. Depuis ſoixante ans que les téleſcopes étoient découverts, aucun aſtronôme ne l'avoit remarqué ; Dominique Caſſini lui-même en douta quelquefois, & crut voir Jupiter parfaitement rond (*a*) : mais ce n'étoit qu'une illuſion d'un moment, il revit bientôt la forme elliptique du diſque (*b*), & il eſtima l'aplatiſſement d'un quinzieme. Lahire, Picard le virent comme Caſſini, & cet aplatiſſement a été bien conſtaté depuis : Pound, Anglois, le meſura avec de bons inſtrumens, & trouva que l'un des diametres étoit plus court que l'autre d'un dixieme ou d'un quatorzieme ; M. Schort, auſſi Anglois, par des meſures encore plus délicates, a déterminé depuis peu que les diametres de Jupiter ſont entr'eux comme 13 à 14 (*c*). L'aplatiſſement eſt

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. II, page 67.

(*b*) *Ibid.* p. 81.

(*c*) M. de la Lande, *Aſtr.* art. 3221.

donc de la quatorzieme partie du diametre de l'équateur de Jupiter; car le diametre le plus court eſt celui qui eſt preſque perpendiculaire à ſon orbite, & qui paſſe par les pôles de ſa rotation diurne. Ainſi les planetes dépouillées de leur intelligence divine, déchues de l'uniformité circulaire, devenues terreſtres & matérielles, aſſujetties à des loix mécaniques, perdoient encore tout ce qui leur reſtoit de leur antique nobleſſe, cette forme ſphérique, la plus parfaite de toutes, ſelon les anciens, & celle qui atteſtoit l'excellence de ces êtres céleſtes.

§. XV.

Ces découvertes ſur la rotation & la figure des planetes, tant de remarques curieuſes & intéreſſantes, ne coûterent, pour ainſi-dire, qu'un regard à Dominique Caſſini; ſes méditations l'attachoient au monde de Jupiter, ce monde étoit encore peu connu, il méritoit la curioſité du génie. Ce monde, Galilée l'avoit dit, pouvoit être utile aux habitans de la terre. C'eſt un beau motif que celui de ſervir les hommes, toujours aimés de l'homme de bien! Caſſini, ſe livrant à l'obſervation des ſatellites de Jupiter pour la recherche des longitudes terreſtres, rempliſſoit les vœux de ſon cœur & de ſon eſprit, il ſervoit l'humanité & les ſciences. Mais quoique cette théorie des ſatellites eût été commencée par un grand homme, par Galilée, elle étoit encore bien peu avancée. C'étoit en effet un monde dont il falloit débrouiller les apparences. Quand les faits ſe préſentent en foule, on voit mal pour voir trop à la fois: l'homme a beſoin de tems, il faut que la nature ſe répete; il la ſurmonte, mais en la décompoſant, mais en ſoumettant les faits à un certain ordre, qui eſt celui de ſon eſprit, & qui le rend maître de les comparer. Cet ordre n'exiſtoit pas dans les faits des ſatellites; on n'obſerva d'abord

que

que leurs configurations entr'eux, & à l'égard de Jupiter, ſans les diſtinguer les uns des autres. Quoiqu'on eût eſſayé de déterminer les tems de leurs révolutions, il s'en falloit beaucoup qu'ils fuſſent aſſez bien connus pour qu'on pût ſuivre les ſatellites, & les reconnoître par leur mouvement & par leur poſition. On n'avoit alors d'autre indice que la différence de leur grandeur & de leur éclat. Le troiſieme ſatellite étoit le plus brillant, le quatrieme le plus petit; mais comme cet éclat & cette grandeur varient pour des cauſes que nous dirons dans la ſuite, on pouvoit les confondre, & les deux autres ſe confondoient encore plus aiſément. Caſſini avoit tout à faire, il avoit quatre planetes dont il falloit développer & obſerver les mouvemens. Tant de ſiecles & tant d'hommes qui l'ont précédé, avoient été aſſez embarraſſés des cinq planetes qui entourent le Soleil; il falloit qu'un homme fît à lui ſeul ſur ces aſtres nouveaux ce que la haute antiquité n'avoit pu faire ſur les aſtres les plus anciennement connus & les plus viſibles! Caſſini l'entreprit, & il y réuſſit en peu d'années.

§. XVI.

JUPITER, nous l'avons dit, a une ombre conique comme celle de la Terre, & cette ombre s'en va porter au loin la privation de la lumiere du Soleil. Dès que les ſatellites entrent dans cette ombre, ils perdent leur éclat emprunté de cet aſtre, & ils ceſſent d'être viſibles pour toutes les parties de la Terre où Jupiter l'eſt lui-même. Dominique Caſſini conçut que ces phénomènes de la diſparition & de la réapparition des ſatellites dans leurs éclipſes, ces ſignaux preſque inſtantanés, partout apperçus, étoient les plus propres à donner les longitudes, & en même tems les plus utiles pour parvenir à la connoiſſance du mouvement de ces petites

planetes. Caſſini s'attacha donc à ſuivre les éclipſes pour déterminer les révolutions ; mais il reconnut bientôt, comme Galilée l'avoit déjà reconnu avant lui, que ces révolutions n'étoient pas toujours égales ; & il eſt aiſé de voir que cela doit être ainſi. Pendant que le ſatellite marche dans ſon petit orbe, la planete, ainſi que ſon ombre, marche dans le ſien ; & lorſque le ſatellite revient au lieu où il s'étoit éclipſé, l'ombre n'y eſt plus, elle s'eſt avancée, & il faut que le ſatellite l'atteigne pour s'éclipſer de nouveau. Ce n'eſt pas aſſez d'avoir parcouru le cercle entier, il faut qu'il parcoure un eſpace égal au chemin qu'a fait Jupiter. Le tems qu'il emploie à parcourir ce cercle & cet eſpace, eſt celui de ſa révolution qui ſeroit toujours égale, ſi Jupiter avoit toujours la même vîteſſe. Mais cette planete, comme toutes les autres, ſe tranſporte à pas inégaux dans ſon orbite elliptique ; cette inégalité ſe manifeſte dans la révolution des ſatellites, parce que Jupiter allant plus vîte ou plus lentement, ils ont plus ou moins de chemin à faire pour atteindre l'ombre où ils ſe plongent. Les inégalités, quand elles ſont connues & calculées, n'embarraſſent point les aſtronômes, ils en dépouillent les obſervations ; & ils parviennent à cette égalité plus ſimple & plus commode, vers laquelle ils tendent toujours, quoique la nature s'y refuſe ſans ceſſe.

§. XVII.

L'INTERVALLE entre le moment de l'immerſion où le ſatellite ſe plonge dans l'ombre, & le moment de ſon émerſion, où il en ſort, eſt la durée de l'éclipſe. Dans l'inſtant du milieu, le ſatellite eſt au milieu de l'ombre, il eſt dans la ligne droite menée du Soleil par le centre de Jupiter, comme la lune, dans ſes éclipſes, eſt dans la ligne menée par les centres du

Soleil & de la Terre. Cet inſtant du milieu des éclipſes des ſatellites eſt celui qu'on choiſit pour commencer & pour finir leurs révolutions. Les ſatellites, différemment éloignés de Jupiter, doivent ſouffrir des éclipſes plus ou moins longues à raiſon de leur diſtance. Comme l'ombre eſt conique, les plus éloignés traverſent une partie moins large, & leurs éclipſes, à cet égard, devroient être plus courtes que celles des ſatellites plus proches. Mais ceux-ci ſe meuvent plus vîte, ils parcourent de plus grands eſpaces en moins de tems, & les éclipſes ſont toujours d'autant plus courtes que les ſatellites ſont plus près de Jupiter (*a*).

C'étoit une queſtion intéreſſante de ſavoir ſi le plan dans lequel ſe meut chacun des ſatellites, eſt le même que celui de l'orbite de Jupiter, ou ſi la route du ſatellite eſt inclinée à cette orbite, comme la route de la lune à l'égard de notre écliptique. La ſolution de cette queſtion étoit délicate & difficile à tirer des obſervations groſſieres qu'on faiſoit avant Dominique Caſſini; elle avoit échappé à ceux qui obſervoient mal. Pluſieurs aſtronômes crurent que l'orbite des ſatellites étoit dans le même plan que celle de Jupiter; cependant Galilée & Borelli ſoupçonnerent qu'elle étoit inclinée. Caſſini le démontra, & le quatrieme ſatellite, le plus éloigné, en donna une preuve ſans réplique en ceſſant de s'éclipſer.

§. XVIII.

Les obſervations exactes de Dominique Caſſini, le mirent en état de réſoudre pleinement cette queſtion; il remarqua

(*a*) Dans les nœuds, les éclipſes du quatrieme ſatellite ſont de $4^h\ 26'$, celles du troiſieme, de $3^h\ 34'$, celles du ſecond, de $2^h\ 52'$; enfin celles du premier, qui eſt le plus proche de Jupiter, ſont de $2^h\ 16'$.

que la durée des éclipſes d'un même ſatellite étoit variable ; elle décroiſſoit pendant trois années, & mettoit trois autres années à redevenir la plus longue, puis décroiſſoit & recroiſſoit de nouveau dans l'autre demi-révolution de Jupiter. Ces phénomènes, communs aux quatre ſatellites, démontrerent à Caſſini que leurs orbes étoient inclinés au plan de l'écliptique de Jupiter. Cette écliptique coupe l'ombre par ſon milieu, elle ſe confond avec un diametre de la ſection de cette ombre. Si le ſatellite ſans inclinaiſon étoit toujours dans le plan de cette écliptique, il traverſeroit donc le cercle de l'ombre, en ſuivant un de ſes diametres ; l'éclipſe, toujours égale, ſeroit la plus longue poſſible. C'eſt en effet ce qui arrive aux points nommés les *nœuds*, où l'orbite du ſatellite coupe l'écliptique (*a*) ; mais dès que le ſatellite, dans une orbite inclinée, quitte le plan de l'orbe de Jupiter, & rencontre l'ombre dans des points éloignés de ſes nœuds, il ne la traverſe plus par ſon diametre, il parcourt une corde toujours plus courte que le diametre, & l'éclipſe a une durée moins longue. Cette durée le ſera d'autant moins que le ſatellite, marchant & s'élevant dans ſon orbite, s'éloignera plus de ſon nœud, juſqu'à 90 degrés de diſtance, où ſera l'éclipſe la plus petite, & où le ſatellite commençant à ſe rapprocher de l'autre nœud, les éclipſes augmenteront auſſi juſqu'au retour au nœud, où elles ſont les plus grandes. Cette grandeur des éclipſes dépend donc & de l'élévation du ſatellite ſur l'écliptique, c'eſt-à-dire, de l'inclinaiſon de ſon orbe qui lui permet de s'élever ainſi, & de la diſtance du ſatellite à ſon nœud, où cette inclinaiſon n'a point d'effet.

(*a*) Lorſque Jupiter (*fig.* 15) eſt dans le nœud du ſatellite dont l'orbite AB coupe l'écliptique de Jupiter NOP en N, & par le centre de l'ombre, alors le ſatellite ſuivant ſon orbite, parcourt dans cette ombre le diametre AB ; mais lorſque Jupiter eſt éloigné du nœud N, & que ſon ombre eſt en P, le ſatellite parcourt la corde CD, qui eſt toujours plus courte que ce diametre.

Digitized by Google

C'eſt ici une grande difficulté de la théorie des ſatellites, & loin de s'en plaindre, il faut s'étonner que des choſes ſi éloignées n'en ayent pas davantage. La variation des éclipſes eſt un effet de deux cauſes compliquées, l'inclinaiſon & la diſtance au nœud : quand on veut déterminer l'une, il eſt néceſſaire de ſuppoſer l'autre ; il faut chercher les circonſtances où une cauſe a plus d'effet, & l'autre moins. Mais ces circonſtances ſont difficiles à ſaiſir, Jupiter ne les ramene que tous les ſix ou douze ans. Plus de la moitié des éclipſes arrive pendant le jour, & le ciel des nuits eſt ſouvent chargé de nuées qui font le déſeſpoir des aſtronômes. Il ne faut qu'un inſtant de brume, un nuage leger placé par le haſard ſur l'objet qu'on obſerve, pour faire manquer un réſultat attendu depuis pluſieurs années.

§. XIX.

D'AILLEURS les quatre ſatellites n'offrent pas tous les mêmes facilités. L'ombre de Jupiter, projetée derriere lui, eſt étendue dans la direction du Soleil à Jupiter ; lorſque la Terre eſt entre ces deux aſtres, elle ne peut appercevoir le lieu de cette ombre, elle n'y voit point entrer, elle n'en voit point ſortir les ſatellites : il faut qu'elle s'écarte de la ligne menée du Soleil à la planete ; alors voyant Jupiter de côté, elle peut prolonger ſa vue derriere lui, & obſerver ce qui s'y paſſe. Mais la groſſeur du globe de Jupiter, placé au milieu de l'ombre, en cache toujours une partie ; le premier ſatellite, qui a le plus petit cercle, paſſe dans l'ombre ſi près de la planete, que l'on ne peut, dans une même éclipſe, ſaiſir l'inſtant de ſon entrée & celui de ſa ſortie ; on ne voit que l'une des deux : on n'a donc jamais directement la durée des éclipſes ; il faut au contraire la déduire de la largeur calculée de l'ombre. On conçoit que l'ombre d'un corps dépend de la grandeur de ce

corps, de la grandeur & de la diſtance du flambeau qui l'éclaire, enfin que le ſatellite y reſte un tems plus long, à proportion de ſa proximité, & ſuivant qu'il trouve une partie plus large de cette ombre conique. Le ſecond ſatellite eſt ſouvent dans le même cas que le premier : quelquefois cependant ſa diſtance & ſon élévation permettent de voir les deux phaſes du commencement & de la fin de ſes éclipſes. On voit preſque toujours celles du troiſieme ſatellite, mais en même tems que la nature donne des facilités d'un côté, il ſemble qu'elle ſe plaiſe à les ôter de l'autre. Ce ſatellite, plus éloigné, décrit un plus grand cercle, ſa révolution eſt plus longue, ſes éclipſes plus rares; les occaſions manquées ſe retrouvent plus difficilement. A cette difficulté le quatrieme ſatellite en joint une autre; l'ombre de Jupiter, à meſure qu'elle s'éloigne, va toujours en diminuant, elle eſt plus petite dans l'orbite d'un ſatellite plus éloigné; à la diſtance du quatrieme, elle eſt telle que ce ſatellite, marchant dans ſon orbe incliné, paſſe pardeſſus l'ombre & ceſſe de s'éclipſer lorſqu'il arrive vers 50 ou 55 degrés de diſtance à ſon nœud. Tant de difficultés demandent, pour être vaincues, ou un grand tems, ou une grande ſagacité; l'eſpece ſeule a du tems, l'individu n'a de reſſource & de ſecours que ſon propre génie : mais le génie ſupplée au tems. Dominique Caſſini a valu pluſieurs ſiecles à l'aſtronomie; ce grand homme, avec une aſſiduité de peu d'années, ſe ſoumit entierement la théorie des ſatellites de Jupiter, du moins relativement aux phénomènes principaux. Il a déterminé avec exactitude les tems des révolutions de ces petites planetes, les durées les plus longues & les plus courtes de leurs éclipſes. Il a établi qu'ils ſe mouvoient tous quatre dans un même plan, incliné de 2 degrés 55 minutes à l'écliptique de Jupiter, & coupant cette écliptique vers le quinzieme degré du Lion & du Verſeau. Ces quatre

ſatellites, mus ainſi dans un ſeul & même plan, offroient un phénomène aſſez ſingulier. Il eſt rare que la nature ſe prête à de telles conformités, elle ne s'impoſe pas des regles ſi ſtrictes. Mais dans la multitude, dans la variété de ſes phénomènes, les détails ſe diſtribuent en différentes claſſes; la vue qui les parcourt, apperçoit d'abord les plus frappans; ceux-ci conduiſent une ſeconde vue à ceux d'un ordre inférieur, juſqu'aux plus fins & aux plus ſubtils qui demandent une vue plus exercée, & ſur-tout des ſiecles pour remettre ſans ceſſe les mêmes faits ſous les yeux. Si Caſſini donna aux quatre ſatellites la même inclinaiſon, ce n'eſt pas qu'il n'ait peut-être apperçu des différences; mais il étoit ſage, il n'oſa pas prononcer ſur ce qu'il voyoit confuſément. Les hommes ſont toujours neufs pour les objets nouveaux, les obſervations ſont plus mêlées d'erreurs, du moins on doit le croire, & Caſſini ne vouloit pas donner ſes erreurs pour des découvertes.

§. XX.

Les Tables des mouvemens des ſatellites, conſtruites par Caſſini, furent miſes au jour en 1666, la même année où ſon compatriote Borelli en mit au jour de pareilles, mais plutôt fondées ſur des hypothèſes que ſur les faits; auſſi furent-elles bientôt démenties par les faits, & oubliées pour celles de ſon heureux rival, qui avoit en effet le bonheur de la ſageſſe & du génie. Avec ces tables, on pouvoit toujours reconnoître les ſatellites & les diſtinguer les uns des autres, ſuivre leurs mouvemens, annoncer les tems & les durées de leurs éclipſes. C'étoit en effet la théorie de ces mouvemens; elle pouvoit être perfectionnée, mais elle avoit déjà de l'exactitude. Ce n'étoit point Caſſini qui annonçoit tous ces avantages, c'étoient les Tables elles-mêmes; elles paſſerent les monts & vinrent dans les mains

de Picard. Il calcula les éclipſes qu'il devoit obſerver, il les obſerva enſuite, l'accord de ces Tables & du ciel le ſurprit; il loua l'auteur qui avoit bien ſaiſi des marches compliquées & ſi long-tems énigmatiques; il vanta l'excellence de ces Tables. Un hommage étranger & toujours pur fut la premiere récompenſe de Caſſini. Il n'avoit point annoncé le mérite de ſon ouvrage, il n'avoit rien promis, & il eut encore le mérite de la modeſtie. La juſtice que Picard lui rendit parvint à Louis XIV, Colbert fut chargé de l'inviter à paſſer en France. Le miniſtre négocia pour faire cette acquiſition; les Etats en ont fait ſouvent de moins utiles & de moins glorieuſes : il falloit l'agrément du Pape, on le ſollicita pour quelques années. Dominique Caſſini vint en France en 1669, & n'en ſortit plus. Louis XIV obtint de le fixer près de lui; il le fit François, en le naturaliſant, & il le joignit à ſon Académie des ſciences, & aux grands hommes de tous les genres, qui devoient faire de ſon regne une époque mémorable.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE NEUVIEME,

De la Meſure de la terre, & des Voyages entrepris en France pour les progrès de l'Aſtronomie.

§. Premier.

Dominique Cassini arrivé en France, trouva l'Académie occupée du dénombrement de nos connoiſſances; elle étudioit, examinoit les anciens, pour juger leurs opinions & leurs travaux, pour décider ce qui méritoit d'être conſervé, & ce qui demandoit à être perfectionné ou recommencé. L'illuſtre Fontenelle nous a tranſmis le réſultat de ces conférences ſavantes. On croit voir les Etats généraux d'une grande nation, aſſemblés pour diſcuter ſes intérêts, s'éclairant par les abus du paſſé, & s'occupant du bonheur de l'avenir. Cette nation, c'étoit l'eſpece humaine, les intérêts diſcutés étoient ceux de l'eſprit humain; l'Académie tenoit dans ſes mains l'héritage des générations paſſées, & la fortune des générations futures. Dans ces momens de paix, de repos, où la voix du génie peut ſe faire entendre, dans ces

Digitized by Google

momens de fécondité, où pluſieurs grands hommes réunis ſont capables d'un grand effort, l'Académie diſpoſa tout pour élever l'eſprit humain, & le placer à une hauteur, à un degré de lumiere où l'on n'eût plus à craindre les rechûtes de l'ignorance, & où l'on pût ſe paſſer du mouvement qui manque aux ſiecles ſtériles.

§. II.

C'ÉTOIT en effet un renouvelement; les eſprits étoient mûris par l'expérience, le génie éclairoit la raiſon, & la raiſon régloit le génie. On alloit faire la ſéparation des opinions ſaines & des opinions erronées; mais les faits avoient beſoin d'être examinés comme les opinions: des inſtrumens nouveaux, le micrometre, les lunettes appliquées au quart de cercle, les horloges à pendule forçoient de recommencer toutes les anciennes déterminations. Tout ce qu'on a droit de regarder comme durable & permanent dans le ciel, devoit être fixé par la préciſion nouvelle; le paſſé ne pouvoit plus paroître à côté du préſent, que pour dépoſer des changemens; & lorſque revêtu d'une haute antiquité, il pouvoit compenſer par des ſiecles écoulés l'inexactitude de ſes réſultats. On lui demanda la durée des révolutions, parce que l'erreur s'évanouit & diſparoît dans leur multitude; mais ce qui conſtituoit alors l'état préſent du ciel, ne fut établi qu'avec les moyens récemment inventés, & par les lumieres nouvelles. Caſſini, Picard, Auzout, la Hire en France, Hook, Flamſteed, Halley en Angleterre, Hévélius à Dantzic, s'occuperent d'élever ce nouvel édifice. Copernic avoit établi l'arrangement des corps céleſtes & le ſyſtême du monde; Képler avoit montré la vraie forme des orbites planétaires, & les loix des mouvemens céleſtes dans les routes elliptiques. Ces loix étoient des phénomènes généraux, elles appartiennent à l'empire de la

nature ; il falloit détailler, partager cet empire dans ſes différentes provinces, qui ſont les orbes & les eſpaces parcourus par chacune des planetes. Chaque orbe eſt un monde à part, qui a ſes phénomènes particuliers : pour le connoître, il faut ſavoir dans quel tems cet orbe entier eſt décrit ; ſous quel angle il coupe le plan de l'écliptique ; vers quels points du ciel répondent les interſections de ces deux plans ; vers quels autres points ſont dirigées les extrémités de la ligne des abſides ; il faut ſavoir dans quel inſtant la planete y a paſſé ; & pour déterminer la courbure de ſa route, il faut connoître l'excentricité de ſon ellipſe, c'eſt-à-dire, la diſtance qui exiſte entre le centre de cette ellipſe & le foyer où reſide le ſoleil enveloppé par ce mouvement. Ces ſix connoiſſances ſont ce qu'on appelle les *élémens* d'une planete ; leur réunion eſt ce qu'on nomme ſa *théorie*. Nous ſerions accablés par les détails, ſi nous voulions ſuivre les aſtronômes dans les travaux ſucceſſifs & multipliés qu'ils ont entrepris, pour établir, vérifier & perfectionner ces connoiſſances ; il nous ſuffit de dire que ces élémens ont été depuis plus d'un ſiecle l'objet de l'attention & des veilles des aſtronômes, que ces déterminations ont été cent fois recommencées, pour profiter du tems, qui permet toujours plus de perfection, & pour reconnoître par cette vigilance, en comparant l'état préſent à l'état ancien des choſes, les modifications que la nature a miſes à ſes loix, & les changemens lents, mais ſenſibles, qui peuvent arriver dans le monde céleſte.

§. III.

Des objets plus vaſtes vont nous occuper. Les découvertes qui ont fait marcher la ſcience, les vues qui ont développé le mécaniſme de l'univers, doivent fixer notre attention. Le premier de ces ojets fut la meſure de la terre : toutes les déterminations

céleſtes, nous l'avons dit (*a*), ſont enchaînées à cette meſure; elle eſt donc fondamentale. Elle mérita les premiers regards de l'Académie des ſciences de Paris, & c'eſt par cette grande opération, exécutée avec toute l'exactitude moderne, que ſes travaux commencerent. L'antiquité enveloppée dans l'incertitude de ſes ſtades, ne fourniſſoit pas beaucoup de lumieres; on regardoit la détermination d'Eratoſthenes & celle des Arabes comme défectueuſes, & on avoit raiſon. L'ignorance de la valeur des ſtades empêchoit d'apprécier les déterminations rapportées par Ariſtote & par Poſſidonius. Les opérations modernes ne méritoient pas plus de confiance. Fernel voyageant dans une chaiſe, avoit meſuré un degré par un moyen groſſier: il ne s'éloigne pas beaucoup de la vérité; mais on l'ignoroit, & on devoit eſtimer l'exactitude de ſon réſultat par l'inexactitude préſumée de ſes moyens. On délibéra ſur la méthode qu'on devoit choiſir; Maurolicus (*b*) avoit propoſé d'employer une montagne dont la hauteur ſeroit connue par obſervation, ainſi que la diſtance où elle eſt viſible ſur mer; mais ces deux obſervations ne ſont ſuſceptibles d'aucune préciſion. Le chemin que fait un vaiſſeau eſt toujours difficile à déterminer; & la hauteur d'une montagne, vue à travers l'atmoſphere & le voile de ſes vapeurs, ſe reſſent de leurs variations, & eſt ſans ceſſe altérée par des réfractions inégales. Il y auroit donc incertitude & ſur la hauteur de la montagne, & ſur la diſtance du vaiſſeau. Riccioli (*c*) voulut auſſi meſurer la terre en employant une méthode de Képler: c'étoit alors une vérité d'obſervation, que les graves en tombant & les corps ſuſpendus tendent vers le centre de la terre. La diſtance de deux lieux quelconques de la ſurface eſt

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 359.
(*b*) Mém. Acad. Sc. T. VII, Part. I, p. 55.
(*c*) Mém. de Acad. des Scien. Tome VII, part. I, p. 57.

la baſe d'un triangle dont le ſommet eſt au centre du globe. Riccioli meſura cette baſe qui eſt un eſpace terreſtre ; puis d'un des termes de cette baſe dirigeant ſa vue à l'autre, il meſura l'angle de cette direction avec le fil à plomb ; enſuite répétant la même opération à l'autre extrémité, il eut les deux angles formés ſur la baſe par les directions du fil à plomb, angles dont la ſomme étoit moindre que celle de deux angles droits ; ce qui manquoit étoit la valeur du troiſieme angle formé au centre de la terre. Riccioli eut donc un eſpace terreſtre meſuré, & l'angle au centre qui y répond. Cette méthode étoit ingénieuſe ; Riccioli oſa ſe paſſer du ciel pour meſurer la terre ; mais l'indépendance où il aſpiroit l'égara. Le ciel, où réſide l'ordre & la regle, peut ſeul nous fournir des lumieres sûres ; tout ce qui nous environne nous trompe, nous vivons entourés d'illuſions ſouvent inévitables. Les objets vus de loin ne paroiſſent jamais dans leur vrai lieu, la réfraction les déplace tantôt plus, tantôt moins : ces objets peuvent paroître inégalement élevés, ſelon la ſaiſon, ſelon l'heure du jour ; & cette cauſe d'erreur, inconnue parce qu'elle varie ſans ceſſe avec l'atmoſphere, ne permet ni de meſurer leur hauteur vraie, ni de déterminer leur direction & l'angle au centre qui en dépend. D'ailleurs il faudroit que cette détermination fût faite avec une préciſion rigoureuſe, pour déduire de ces petites données la grande circonférence du globe ; auſſi Riccioli ſe trompa de près de 6000 toiſes ſur la valeur du degré (*a*).

§. IV.

Snellius employa une meilleure méthode, c'étoit la méthode d'Eratoſthenes & des anciens ; il meſura vers 1617 la diſtance terreſtre, & l'arc céleſte compris entre les villes d'Alc-

(*a*) M. de la Lande, *Aſtron.* art. 1632.

maer & de Bergopſoom ; il trouva la longueur du degré de 55021 toiſes, & ſe trompa de 2040 (*a*). Snellius a la gloire d'avoir tenté le premier cette entrepriſe en Europe, du moins par une méthode exacte : la meſure de Fernel, qui eſt plus ancienne (*b*), n'eſt qu'une eſtimation ; c'eſt par un heureux haſard qu'il trouva le degré de 56746 toiſes, & qu'il ne ſe trompa que de 300 toiſes. Il ſemble qu'on ne connut point alors en France, en 1670, une meſure des Anglois, plus exacte que celle de Fernel, de Riccioli, & de Snellius. Norvood en 1635 obſerva les hauteurs ſolſticiales du ſoleil à York & à Londres avec un ſextant de cinq pieds de rayon. La différence de ces hauteurs, ou l'arc céleſte compris entre ces deux villes étoit de 2 degrés 28 minutes ; puis ayant meſuré la diſtance itinéraire, partie avec des chaînes, partie avec ſes pas, ayant égard aux plus petits détours, & meſurant les angles avec un graphometre, il trouva la longueur du degré de 57442 toiſes (*c*). Mais toutes ces meſures avoient été trop hâtives, les moyens de préciſion manquoient encore en 1617 & en 1635 : ce n'eût pas été la peine de recommencer l'ouvrage des anciens, pour ne pas faire beaucoup mieux qu'eux, pour ne pas atteindre ſurtout une exactitude dont on pût répondre. Les aſtronômes François Auzout & Picard fournirent ces moyens en donnant le micrometre, en appliquant la lunette au quart de cercle. La facilité de pointer préciſément à un objet rendit les meſures céleſtes & terreſtres plus exactes ; il ne fallut plus que du ſoin & de l'adreſſe dans les opérations, & l'Académie s'occupa du

(*a*) M. de la Lande, *ibid.* Muſchembrock ayant corrigé cette meſure tant par ſes propres obſervations que par celles de Snellius même, a trouvé le degré entre Alcmaer & Bergopſoom, de 57033 de nos toiſes. Muſchembrock. *Diſſertatio de magnitud. terræ.*

(*b*) *Suprà*, Tom. I, p. 696.

(*c*) Tranſac philoſoph. 1676, N°. 126. Newton ne trouve que 57300, *Princ. mat.* Lib. III, propoſ. 19.

Digitized by Google

projet de meſurer la terre, avec une attention & un zele proportionnés à cette grande entrepriſe.

§. V.

La méthode que l'Académie employa fut celle de Snellius, celle d'Eratoſthenes, & probablement celle des antiques habitans de la terre, qui nous en ont laiſſé une meſure ſi exacte, & qui n'auroient pu atteindre à tant d'exactitude ſans une excellente méthode. Ce n'eſt pas notre faute ſi nous ſemblons revenir ſur nos pas pour redire les mêmes choſes ; l'eſprit humain a des tems de ſommeil, & quand il ſe réveille, il a perdu la mémoire du paſſé : il refait le même chemin comme nouveau, il croit inventer quand il retrouve. Mais les anciens, qui ont meſuré la terre, ne nous ont laiſſé d'autre preuve de leur habileté que la préciſion de leur réſultat ; leurs moyens nous ſont inconnus. Ici dans l'opération nouvelle, nous pouvons rendre compte des moyens, nous pouvons démontrer la préciſion, & marquer les limites de l'erreur.

La trigonométrie rend très-facile la meſure des eſpaces terreſtres. Si l'on meſure la diſtance qui ſépare deux objets (*a*), que du premier on pointe à un troiſieme avec un inſtrument circulaire, en meſurant l'angle formé par les rayons viſuels, dirigés au ſecond & au troiſieme ; ſi enſuite, en ſe tranſportant au ſecond objet, on meſure de même l'angle des directions au premier & au troiſieme, le triangle formé par ces trois objets ſera entierement connu ; les deux autres côtés, les diſtances du troiſieme objet au ſecond & au premier ſeront auſſi bien connues que la premiere diſtance qui a été meſurée ſucceſſi-

(*a*) *V.* la fig. 16 en meſurant la diſtance *ab*, les angles *cab*, *cba*, on a par le calcul non ſeulement le troiſieme angle *acb*, mais les deux côtés & les deux diſtances *ac*, *bc*.

vement avec la toiſe. Ces diſtances connues par le calcul, peuvent en faire connoître d'autres à de nouveaux objets, en formant de nouveaux triangles; & en procédant ainſi par une ſuite de triangles enchaînés, on pourroit ſuivre & meſurer la circonférence entiere de la terre : mais ſa ſurface eſt ſemée d'obſtacles qui arrêteroient une entrepriſe trop hardie, & le tems manqueroit aux obſervateurs. D'ailleurs cette entrepriſe ſeroit auſſi inutile que téméraire : on connoît le rapport des parties du cercle à la totalité de ſon contour, il ſuffit de meſurer quelques degrés, ou un ſeul degré de la terre, pour avoir l'étendue de la circonférence entiere.

§. VI.

PICARD fut chargé de cet important travail, il commença par meſurer la diſtance de Villejuif à Juviſy (*a*); c'étoit la baſe ſur laquelle tous ſes calculs devoient être appuyés : cette baſe fut trouvée de 5663 toiſes. Enſuite Picard placé à Juviſy, dirigea les deux lunettes d'un quart de cercle, l'une au moulin de Villejuif, l'autre au clocher de Brie, & il meſura l'angle compris entre ces deux directions : tranſporté à Villejuif, il meſura l'angle entre Juviſy & Brie (*b*), il en conclut par le calcul la diſtance de Villejuif à Brie de 11012 toiſes. Cette diſtance devenoit une nouvelle baſe : il forma un ſecond triangle entre Brie, Villejuif & Montlheri, il en conclut la diſtance de Brie à Montlheri de 13121 toiſes & demie; puis un troiſieme triangle entre Montlheri, Brie & Montjay; un quatrieme entre Montlheri, Brie & Malvoiſine; & un cinquieme entre Montlheri,

(*a*) *Voy.* la figure 17.

(*b*) Puiſque les trois angles d'un triangle ſont égaux à deux angles droits, Picard auroit pu conclure immédiatement le troiſieme angle, mais il le meſura toujours directement, pour s'aſſurer qu'il n'y avoit point d'erreur dans la meſure des deux autres.

Montjay

Montjay & Mareil; il déduiſit de toutes ces meſures la diſtance entre Mareil & Malvoiſine de 32897 toiſes; enfin par treize triangles, il alla juſqu'à Sourdon, près d'Amiens & la diſtance de Sourdon à Malvoiſine ſe trouva de 68430 toiſes & demie. Mais le calcul a ſes erreurs comme les opérations mécaniques; Picard, pour s'aſſurer de ne s'être pas écarté du vrai, meſura encore aux environs de Sourdon une nouvelle baſe, qui par cette meſure comme par le calcul, ſe trouva de 3902 toiſes (*a*); & l'exactitude du calcul fut aſſurée. Nous ne détaillerons point les précautions qui ont été priſes dans les meſures de ces deux baſes; ſéparées par une aſſez grande diſtance, elles ne peuvent correſpondre que par l'exactitude de toutes les opérations intermédiaires; cet accord eſt le fruit des ſoins accumulés. Une erreur commiſe ſur la longueur de la premiere baſe s'augmente dans la ſuite des triangles enchaînés, tous les eſpaces calculés ſont aſſujettis à cette erreur, & lorſqu'on en meſure un directement vers le terme de l'opération, l'erreur multipliée ſeroit très-ſenſible, le calcul & la meſure donneroient des quantités différentes.

§. VII.

Il ne s'agit plus que de lier tous ces triangles à la méridienne, & de la décrire ſur la terre; car l'arc céleſte qu'on doit meſurer s'étend dans le ſens de cette ligne, & leur correſpondance préciſe eſt un des fondemens de l'exactitude. Placé à l'obſervatoire de Paris (*b*), on obſerve, au moment du coucher du ſoleil, l'angle entre le centre de cet aſtre & un objet vu de l'horizon, comme la tour de Montlheri: or les mouvemens du ſoleil ſont aſſez bien connus, pour qu'on ſache tous les jours à quelle diſtance du méridien il ſe leve ou ſe couche; on ſait

(*a*) Mém. Acad. Scien. Tom. I, p. 84. (*b*) *Voyez* la figure 18.

à quelle distance de la tour de Montlheri il s'est couché, on peut donc conclure la distance de la tour de Montlheri à la méridienne qui passe par l'observatoire de Paris. On répete cette observation plusieurs fois dans la chaîne des triangles, pour s'assurer de la direction de la méridienne, & c'est sur cette ligne que l'on compte la distance itinéraire qui doit servir à déterminer le degré. Picard, ayant atteint avec une précision toute nouvelle la mesure d'un espace terrestre, n'eut plus qu'à mesurer l'espace céleste compris entre les zeniths de Malvoisine & de Sourdon; il observa successivement dans ces deux postes les distances méridiennes d'une même étoile au zenith, leur différence, qui se trouva d'un degré 11 minutes 57 secondes, étoit celle des zeniths (*a*); un espace, un angle d'un degré 11 minutes 57 secondes dans le ciel répondoit donc à une distance de 68430 toises & demie sur la terre : Picard en conclut que le degré valoit 57064 toises & demie. Mais ayant lié Amiens à la suite de ses triangles, & ayant trouvé que la distance entre cette ville & Malvoisine étoit de 78850 toises, avec un arc céleste d'un degré 22 minutes 55 secondes, il en conclut le degré de 57057, & fixa par un milieu la longueur du degré à 57060 toises. Les angles sur le terrein furent pris avec un quart de cercle de 38 pouces de rayon, garni de lunettes, & les distances des étoiles au zenith avec un sextant de dix pieds de rayon (*b*). En 1664 Auzout s'étoit plaint à Louis XIV que les instrumens manquoient en France, ce défaut fut bientôt réparé; dès 1667 l'Académie eut un quart de cercle de neuf pieds (*c*), & en 1670 elle eut un sextant de dix pieds pour la mesure de la terre (*d*).

(*a*) La distance itinéraire mesurée sur la terre étoit PS (*fig.* 19), les distances au zenith de l'étoile E étoient SE, PE, & leur différence SP étoit l'arc céleste compris entre les zeniths S & P de Sourdon & de Malvoisine.

(*b*) Mém. Ac. Sc. T. XII, P. I, p. 12 & 42.

(*c*) M. le Monnier, *Hist. cél.* p. 11.

(*d*) On trouve ici les méthodes de vérifier

Digitized by Google

Si l'on conçoit pluſieurs enveloppes ſucceſſives qui entourent & couvrent le globe de la terre, on voit que ces enveloppes doivent avoir ſucceſſivement un contour plus large, une circonférence plus étendue que celle du globe. Les inégalités de la ſurface de la terre ſont l'effet de ces enveloppes; lorſque le ſol s'éleve en montagnes, la diſtance au centre augmente, le rayon du cercle s'aggrandit, & la partie de la ſurface ainſi élevée appartient à une circonférence plus grande : voilà donc une nouvelle ſource d'incertitude dans cette détermination; le défaut & le remede furent apperçus par Picard. Nous avons des plaines unies, dont tous les points ſont également éloignés du centre, elles ſuivent ce contour ſphérique du globe que nous appelons le *niveau;* ces plaines ſont celles des eaux : la loi de la nature ne permet pas à une molécule fluide de s'élever plus que l'autre. C'eſt donc ſur les eaux qu'il faudroit meſurer la terre; Picard vit qu'on pouvoit du moins y réduire toutes les meſures terreſtres. On avoit inventé le niveau; & en marchant avec cet inſtrument, on ſait toujours ſi on monte ou ſi on deſcend, ſi on s'éloigne ou ſi on s'approche du centre. Quand on a meſuré des parties plus élevées, elles appartiennent à une circonférence plus grande, il ne s'agit que de la réduire par le calcul à une circonférence plus petite, à celle du niveau des mers. Picard jugea que les plaines meſurées par lui étoient plus hautes de 80 toiſes; il en réſultoit huit pieds de différence ſur la longueur du degré : il la négligea, mais il la connut (*a*). Ces attentions ſont les titres de notre ſupériorité; c'eſt par là que

---

l'inſtrument ou au zenith, ou par le renverſement. On ſe ſervit d'un pendule qui battoit les demi-ſecondes, *Mémoires de l'Académie des Sciences*, T. VII, Part. I, pages 36 & 43. La toiſe qu'on employa étoit celle du grand Châtelet; elle contenoit ſoixante-douze pouces, & elle fut liée à la longueur du pendule qui bat les ſecondes à Paris, & qui fut trouvée de 36 pouces 8 lignes & demie de cette toiſe. *Ibid.* p. 9.

(*a*) M. le Monnier, *Hiſt. cél.* p. 47.

la mesure recommencée est préférable à toutes les autres & aux plus anciennes, qui ne méritent d'estime qu'autant qu'elles s'accordent avec celle-ci. Il ne suffit pas d'avoir rencontré la vérité, d'en avoir approché très-près, il faut pouvoir la caractériser, & dire de combien on en peut être encore éloigné. Cette mesure, la base fondamentale entre Villejuif & Juvisy ont été vérifiées un grand nombre de fois en 1740 & en 1756, & la nouvelle précision qui a résulté de ces vérifications, c'est que le degré déterminé par Picard de 57060 toises (*a*), étoit un peu trop petit, & devoit être porté jusqu'à 57074, ou 57069 toises, suivant les toises employées; car lorsqu'on est si près de la précision, elle semble fuir devant nous; elle n'accorde que peu, & pour beaucoup d'efforts.

§. VIII.

Comme on étoit accoutumé à compter 25 lieues pour un degré terrestre, on partagea en conséquence le nombre des toises renfermées dans un degré, & la lieue résulta de 2283 toises environ: c'est cette lieue dont le degré en contient 25, la circonférence de la terre 9000, & son diamètre 2865 (*b*). Ce compte rond de 9000 lieues, qui font la circonférence de la terre indique que la lieue a été réglée sur l'étendue mesurée de cette circonférence, comme les quatre mesures de 400000 300000, 240000, & 180000 stades, nous ont démontré que ces stades avoient été déterminés sur les dimensions du globe. Ceux qui mesureront de nouveau la terre après nous, retrouveront notre lieue comme nous avons retrouvé ces stades dont

(*a*) Blaeu d'Amsterdam avoit fait une mesure de la terre, on ne peut juger ses moyens; son ouvrage sur cet objet n'a pas été imprimé. Il vivoit encore lorsque Picard passa en Hollande pour aller à Utanibourg. Picard rend témoignage que le résultat de Blaeu ne différoit du sien que de 50 pieds du Rhin, ou de 58 pieds françois. *Mém. Acad. des Scien.* T. VII, Part. II, p. 64.

(*b*) Mém. Acad. Scien. T. I, p. 86.

la valeur a été long-temps perdue & oubliée. Les modernes n'ignoroient pas que l'antiquité avoit eu pluſieurs ſtades, on connoiſſoit au moins alors le ſtade alexandrin & le ſtade grec; mais en conſidérant ces quatre meſures rapprochées de celles d'Eratoſthenes & d'Hypparque de 250000 & de 275000 ſtades: en comparant la meſure de Ptolémée, qui donne 66 milles, à celle des Arabes, qui donne 56 milles au degré, on ne pût pas douter que quelques-unes de ces déterminations n'euſſent des erreurs énormes; on dût s'applaudir d'être arrivé à une préciſion de quelques toiſes: nous l'avons dit, on dût croire que cette préciſion étoit nouvelle ſur la terre. Cependant la meſure rapportée par Ariſtote, qui, comme nous l'avons montré, eſt identique avec les trois autres anciennes, donne au degré une étendue de 57066 toiſes, qui tient le milieu entre la premiere meſure de Picard, & la ſeconde meſure vérifiée & perfectionnée par les hommes les plus éclairés & les plus habiles du ſiecle préſent.

§. IX.

L'Académie, lorſque cette meſure fut terminée, ſentit qu'elle n'avoit pas aſſez fait pour l'exactitude, & pour ſurpaſſer en tout les anciens. Ce deſir ne naît point de l'orgueil, il naît du ſentiment de nos forces. D'ailleurs les hommes ne reſtent qu'un moment ſur la terre, ils ne vivent pas aſſez pour tout embraſſer & tout achever; ils ſe ſuccedent pour ſe perfectionner, & pour faire mieux les uns que les autres. Les anciens, Eratoſthenes, avoient meſuré à la fois plus de ſept degrés, l'Académie n'en avoit meſuré qu'un. Si dans un plus grand eſpace terreſtre il faut plus de triangles, plus d'obſervations, & par conſéquent plus d'erreurs, il n'en eſt pas de même de l'arc céleſte, la détermination d'un grand arc ne demande,

Digitized by Google

comme celle d'un petit, que deux obſervations, elle ne comporte pas plus d'erreur; & cette erreur partagée ſur un plus grand nombre de degrés, permet d'avoir avec plus de préciſion la longueur du degré moyen. L'Académie réſolut de meſurer pluſieurs degrés : cette entrepriſe aggrandie étoit digne de l'Académie & de Louis XIV. On propoſa de prolonger la méridiennne de l'obſervatoire dans toute l'étendue de la France; on alla d'abord juſqu'à Perpignan (*a*), enſuite juſqu'à Dunkerque, ces deux villes qui ſont ſur les frontieres oppoſées du royaume, ſont en même tems à très-peu près ſous le méridien de l'obſervatoire. Un beau pays comme la France offroit beaucoup de facilités; on pouvoit, ſans en ſortir, meſurer un eſpace aſſez conſidérable ſur la ſurface de la terre : la magnificence du Roi conduiſit les Académiciens dans les provinces de ſon domaine placées du nord au ſud, ſous un arc céleſte de plus de huit degrés. Louis XIV ne ſe contenta pas que l'étendue de ſon royaume fût connue du midi au nord, il voulut que ſon étendue entiere fût décrite : il ordonna de conſtruire une carte générale de la France, dreſſée par des méthodes & des obſervations ſemblables à celles qui avoient ſervi à meſurer le degré. Picard, inſtruit par le travail qu'il venoit de conſommer, fit obſerver qu'on ne devoit pas ſuivre dans cette carte la diviſion des provinces; cette diviſion eſt arbitraire, elle ne tient ni au ciel, ni à la terre, ni aux méthodes qui fondent les meſures géométriques. Or puiſque ces méthodes procedent par des triangles enchaînés, les triangles ſont la diviſion naturelle, il faut former un grand chaſſis, diviſé en carreaux & en triangles qui enferment tout le royaume (*b*). Ces carreaux & ces triangles meſurés ſéparément, enſuite réunis, formeront la carte de la France; voilà

(*a*) Mém. Acad. Scien. T. I, p. 87. (*b*) *Ibid.* p. 220.

ce que Picard propoſa, & ce qui fut exécuté. L'Académie ſe trouva donc occupée de deux vaſtes opérations, la deſcription de la France & la prolongation de la méridienne de Paris. Picard & la Hire furent chargés de la premiere, ils commencerent en 1679 (*a*) à Breſt, qui eſt la ville la plus occidentale du royaume, Caſſini conduiſit la ſeconde, & après la mort de Picard, il fut ſeul à la tête des deux entrepriſes. Mais ces entrepriſes demandent de longues années, la prolongation de la méridienne ne fut achevée qu'en 1701, & la carte générale de France n'eſt pas encore finie. Nous y reviendrons dans les tems où on en a tiré des réſultats. Il ſera néceſſaire de réitérer cette meſure de la terre. Quelques degrés ſuffiſent pour connoître ſa grandeur, ſi elle eſt ſphérique; mais elle ne l'eſt peut-être pas: les déterminations fondamentales doivent être pluſieurs fois recommencées. L'homme ne voit pas tout en une fois: c'eſt en revenant ſur ſes travaux, par une application ſucceſſive & répétée, que les détails ſe découvrent, & que la nature entiere ſe manifeſte.

Louis XIV ne borna point ces meſures à l'étendue de ſon royaume, il voulut connoître les mers qui l'avoiſinent, qui en ſont les avenues. Cet objet fut rempli pour l'Océan dans le premier volume du Neptune françois, Atlas maritime publié en 1673 par Sauveur & Chazelles. Chazelles forma dès lors le projet d'un ſecond volume pour la Méditerranée (*b*), vaſte baſſin qui dans ſon contour offre une grande étendue de côtes, & qui dans ſon intérieur eſt ſemé d'une infinité d'îles. Cette mer dont la navigation eſt reſſerrée par la terre qu'on y rencontre à tous momens, demande une géographie perfectionnée. Faute de cartes exactes, il falloit avoir recours à des pilotes qui

(*a*) Mém. Acad. Scien. T. I, p. 198.

(*b*) Hiſt. Acad. Scien. p. 147 & 148.

connuſſent les côtes, & ſe fier à leur inexpérience groſſiere ; & il falloit encore changer de pilotes en changeant de côtes. Cependant la Méditerranée eſt la route du commerce du Levant dont les richeſſes arrivent à Marſeille. Louis XIV fit faire des obſervations dans differens parages ; il envoya Chazelles en Egypte & dans le Levant, pour déterminer quelques points de la partie orientale & méridionale de cette mer. Mais Chazelles eut à peine le tems de commencer l'ouvrage, il ne put même réunir les matériaux déjà acquis. D'ailleurs ce travail, fait à pluſieurs repriſes & par des mains différentes, n'auroit pas eu cette unité que demande l'exécution d'un grand projet. L'exécution a eu depuis cette unité néceſſaire, lorſque Louis XV l'a confiée à M. le Marquis de Chabert, aujourd'hui chef d'eſcadre des armées navales, & aſtronôme de l'Académie des Sciences. Il a parcouru cette mer depuis les côtes de Barbarie juſqu'à celles de Syrie : il s'eſt fait partout des obſervatoires (*a*), quand il a pu deſcendre à terre ; il a mis en uſage les meilleures méthodes uſitées à la mer, & les inſtrumens les plus sûrs quand il a été forcé d'obſerver de ſon vaiſſeau ; enfin il a relevé les côtes par des meſures trigonométriques (*b*). La carte exacte de la Méditerranée réſultera de ſon travail. Nous avons dû en parler ici, parce que la deſcription de cette mer qui ſemble une dépendance de la France, devoit être liée à la deſcription du royaume. M. de Chabert n'a pas encore aujourd'hui fini &

(*a*) Les éclipſes du ſoleil, de la lune & des ſatellites mêmes offrent des occaſions aſſez rares de déterminer la longitude terreſtre ; il faut ſéjourner quelque tems pour attendre ces occaſions. L'obſervation du lieu de la lune peut y ſuppléer dans les obſervatoires fixes, où l'on a des inſtrumens placés dans le méridien, tels que les muraux & les inſtrumens des paſſages. M. de Chabert a imaginé un moyen facile de placer & de diriger ce dernier inſtrument dans le plan du métidien en cinq ou ſix heures ; il ne lui faut que ce tems pour établir ſon obſervatoire & pout faire uſage des méthodes les plus exactes. (*Mém. de l'Acad des Scien.* 1766, p. 384.)

(*b*) Mém. Acad. Scien. 1759, p. 484. *Ibid.* 1767, p. 288.

publié

publié ce travail, interrompu par pluſieurs expéditions militaires. Son état l'appelle à ſervir ſa patrie dans la guerre, il n'eſt libre de la ſervir dans les ſciences que lorſqu'il a poſé les armes.

§. X.

PICARD, après avoir achevé la meſure du degré, & avant de commencer la carte de la France, fit un voyage utile pour l'Académie & pour l'avancement des ſciences. L'Académie étudioit les mouvemens des planetes, & ſe propoſoit de conſtruire de nouvelles Tables : les Tables Rudolphines que Képler avoit établies avec tant de peine & tant de gloire ſur les obſervations de Tycho, commençoient à s'écarter du ciel ; elles demandoient une réforme (*a*). Cependant on ne pouvoit ſe paſſer des obſer-

(*a*) Les aſtronômes François, occupés de ces recherches, paroiſſent avoir adopté la méthode des hauteurs correſpondantes du ſoleil pour avoir l'heure, dès l'établiſſement de l'obſervatoire, M. le Monnier, *Hiſtoire céleſt.* p. 49. On ne ſe ſervit point d'abord de l'équation néceſſaire pour corriger ces hauteurs & avoir le vrai moment de midi. Quand on a obſervé les tems où le ſoleil eſt arrivé le matin à une hauteur, & où il eſt deſcendu le ſoir à la même hauteur, le midi ſeroit l'inſtant qui partage cette durée, ſi le ſoleil n'avoit d'autre mouvement que le mouvement diurne ; mais il ſe meut dans l'écliptique, & ſa déclinaiſon, c'eſt-à-dire, ſa diſtance à l'équateur change : dans le printems, par exemple, il monte continuellement vers le pôle boréal, ce mouvement qui a lieu dans l'intervalle des obſervations du matin & du ſoir, fait qu'il arrive plus tard le ſoir à la même hauteur qu'il avoit le matin. Cet intervalle, partagé en deux, donneroit un inſtant plus tard que celui du midi, ſi les aſtronômes n'avoient ſoin de le corriger par une petite équation calculée en conſéquence de ce changement du ſoleil en déclinaiſon, dans l'intervalle de l'obſervation du matin à celle du ſoir. On ne connoît pas plus celui qui a inventé cette correction, que celui qui a introduit l'uſage des hauteurs correſpondantes. On voit ſeulement que les François ſuivoient cette méthode dès 1673 ; les Anglois n'ont ſuivi long-tems que celle des hauteurs calculées. Le premier exemple des hauteurs correſpondantes & de leur équation, du moins le premier exemple que nous connoiſſions, eſt du 31 Juillet 1674. On prenoit auparavant ces hauteurs correſpondantes par une méthode, qui diſpenſoit de l'équation. Dans le tems où le ſoleil monte vers le pôle boréal, & où il arrive plus tard aux hauteurs du ſoir, on prenoit ces hauteurs du ſoir plus grandes que celles du matin. Le 2 Février 1674, par exemple, le ſoleil changea en déclinaiſon d'environ 4′ en ſix heures, on avoit obſervé le matin à $9^h\ 9'\ 13''$ la hauteur du ſoleil de $13°\ 9'\ 5''$; on prit le ſoir une hauteur plus grande d'environ 4′ & de $13°\ 13'\ 45''$, à $3^h\ 17'\ 24''$; le milieu de l'intervalle $12^h\ 13'\ 18''\ \frac{1}{2}$ montra, ſans qu'il fût beſoin d'équation, qu'à midi la pendule avançoit de $13'\ 18''\ \frac{1}{2}$. *Hiſt. céleſt.* pag. 76.

vations de Tycho, utiles, comme modernes à l'égard des obſervations d'Hypparque & de Ptolémée, & comme déjà anciennes à l'égard des obſervations de l'Académie. Mais ces obſervations avoient été faite à Uranibourg ; la poſition ſur le globe détermine les apparences du ciel & les phénomènes. Les aſtres ſe levent plus tôt ou plus tard, ils ſont plus ou moins long-tems, s'élevent plus ou moins ſur différens horizons ; la parallaxe différente altere différemment leur vrai lieu dans le ciel ; les phénomènes arrivent à différentes heures, à cauſe de la différence des méridiens : il faut donc connoître ce qui conſtitue la poſition d'un lieu ſur le globe, pour réduire les phénomènes obſervés dans ce lieu, à ceux qui auroient été obſervés en même tems dans un autre. Tout cela dépend & de la différence des méridiens, & de la différente hauteur du pôle ſur l'horizon. Quand on a voulu tranſporter à Paris l'aſtronomie moderne, née à Alexandrie, & particulierement cultivée à Uranibourg, il eſt devenu néceſſaire de connoître la poſition de ces deux villes relativement à Paris. Picard fut envoyé en 1671 à Uranibourg, Chazelles alla, mais plus tard & en 1693, à Alexandrie (*a*). Uranibourg n'exiſtoit plus lorſque Picard ſe tranſporta en Danemarck & dans l'île d'Huene ; les ruines mêmes avoient diſparu, & le ſol n'en conſervoit aucuns veſtiges : il fallut fouiller la terre, afin d'en connoître les fondemens. Picard, pénétré de reſpect pour Tycho & pour la ſcience, fut indigné de la profanation du ſéjour de ce grand homme ; la place de la ville du ciel étoit devenu un cloaque & un lieu d'immondices ! Ce ſont les révolutions des choſes humaines. Mais ce qui dépend moins des caprices du ſort & de la fortune, ce que Picard devoit admirer, c'eſt la longue influence des hommes utiles : malgré

(*a*) Mém. Acad. Scien. Tom. I, p. 96 ; T. VII, Part. I, p. 33 ; & T. II, p. 142.

quatre-vingt ans écoulés, malgré les progrès nouveaux, les dimenſions de ce lieu profané étoient encore importantes; & le voyage de Picard étoit un hommage rendu à Tycho. Picard retrouva dans les fondemens d'Uranibourg toutes les dimenſions de l'édifice, conſervées dans les ouvrages de ce grand aſtronôme. Il y obſerva la hauteur du pôle, il détermina la différence des méridiens avec Paris; & ayant tracé la méridienne exacte du lieu, il s'apperçut que celle de Tycho étoit en erreur de 18 minutes. Cette erreur naiſſoit aſſez naturellement de l'imperfection & de la différence des inſtrumens; les inſtrumens de Picard avoient ſur ceux de Tycho l'avantage des lunettes : d'ailleurs Tycho avoit peut-être négligé quelques précautions néceſſaires à une détermination ſi importante. Jadis la philoſophie plus hardie auroit pris cette erreur pour un changement des choſes du ciel, une philoſophie plus ſage commençoit à éclairer les hommes; il s'en fallut peu qu'on n'accusât les corps céleſtes d'inconſtance, on ſoupçonna que la ligne méridienne pouvoit n'être pas fixe. Mais jadis on eût prononcé, & à l'époque où nous ſommes, on douta (*a*). Picard revint à Paris chargé de ces connoiſſances utiles; ce ne fut pas le ſeul fruit de ſon voyage, il rapporta le manuſcrit original des obſervations de Tycho, manuſcrit plus étendu & plus complet que celui qui avoit été imprimé récemment par Albert Curtius : il mérita encore des ſciences & de ſa patrie, en ramenant avec lui Roemer (*b*), jeune Danois, deſtiné à s'illuſtrer par une grande découverte.

§. XI.

Cependant l'Académie regardoit avec raiſon ſa meſure de la terre comme une opération très-importante; on la croyoit

(*a*) Mém. Acad. Scien. Tom. I, p. 97. (*b*) *Ibid.* p. 99.

recommandable comme nouvelle, elle étoit du moins précieuſe par ſon exactitude. Quoique l'Académie ne pensât pas qu'une ſemblable meſure eût déjà été perdue, elle ſentoit que tout eſt poſſible au tems, il produit d'une main & détruit de l'autre; tout juſqu'à la vérité ne ſort de ſes abîmes que pour y rentrer: mais nous lui réſiſtons, & nous nous efforçons de mettre nos œuvres à l'abri de ſes outrages. L'Académie voyoit que la valeur des ſtades employés dans les anciennes meſures, étoit inconnue, ou au moins incertaine; cet exemple annonce ce qui peut arriver un jour à nos meſures actuelles. Les meſures des peuples étoient différentes, elles étoient ſans ceſſe altérées ou changées par l'uſage; on penſa qu'une meſure priſe dans la nature, par conſéquent toujours la même, toujours facile à retrouver, pourroit devenir générale & éternelle. Envain les anciens ont eu leur coudée priſe dans la ſtature de l'homme, les tailles varient, les cauſes phyſiques les font dégénérer, & ce type eſt trop mobile. La toiſe & la lieue étoient à la vérité fixées par la meſure de la terre, mais il eût été néceſſaire de la meſurer de nouveau pour les retrouver; on avoit plutôt beſoin que ces longueurs itinéraires ſerviſſent à retrouver toujours l'étendue de la circonférence du globe: on penſa que la longueur du pendule qui bat les ſecondes devoit être cette meſure univerſelle & conſtante. *Quiconque réglera un pendule à ſecondes ſur le moyen mouvement du ſoleil*, diſoit M. de Fontenelle, *retrouvera la même longueur* (*a*). Mais tout ce qui eſt phyſique eſt ſujet à l'altération & au changement, Picard avoit obſervé que les horloges à pendules retardent en été & avancent en hiver: elles retardent parce que le pendule s'alonge par la chaleur, & met plus de tems à chaque vibration; elles avancent par une raiſon con-

(*a*) Mém. de l'Acad. des Sciences, Tome I, p. 86 & 87.

traire, & parce que le pendule s'accourcit par le froid. Il fallut donc le raccourcir en été & l'alonger en hiver, pour qu'il battît exactement les ſecondes; ſa longueur n'étoit donc plus conſtante : on ſoupçonnoit même dès-lors que cette longueur du pendule pouvoit être différente en différens lieux ſur le globe de la terre. L'Académie abandonna, mais à regret, le projet d'établir une meſure conſtante & univerſelle (*a*). Cette idée fut reſaiſie depuis par M. de la Condamine : il propoſa de prendre pour meſure fondamentale la longueur du pendule ſous l'équateur; longueur meſurée avec le plus grand ſoin par trois Académiciens habiles (*b*); longueur qu'on pouvoit retrouver dans tous les tems, & dont le choix ne pouvoit exciter la jalouſie des nations, puiſque la meſure n'auroit appartenu à aucune en particulier. M. de la Condamine propoſoit de faire la toiſe double du pendule, il auroit ſuffi d'ajouter quatorze ou quinze lignes à la nôtre. Mais la force de l'habitude, la pareſſe naturelle aux hommes, quand il s'agit de changer leurs uſages, l'inertie de l'ignorance, qui voit toujours mieux l'embarras des changemens préſens que l'utilité future de ces changemens, ont laiſſé ſans exécution chez nous ce projet dont les anciens ont prouvé la poſſibilité (*c*). Malgré la ſupériorité que nous prétendons, & que nous avons à tant d'égards ſur eux, le vaſte ſyſtême de me-

(*a*) Mouton que nous avons déjà cité, eut auſſi à peu près dans le même tems (en 1670) l'idée de faire du pendule une meſure univerſelle. Mais il ne prend pas le pendule qui bat les ſecondes; il vouloit lier ſa meſure à celle de la terre par Riccioli. Il prit une longueur de 6,44 pouces du pied de Cologne, elle étoit la dix-millieme partie du mille dont le P. Riccioli en avoit trouvé ſoixante dans un degré. Mouton éprouva qu'un pendule de cette longueur de 6,44 pouces faiſoit 3959 vibrations dans une demi-heure (Mouton, *Obſervat. diamet.* p. 432). On auroit toujours pu retrouver cette longueur, & par conſéquent celle de la circonférence de la terre, ſi la meſure de Riccioli avoit été bonne, & eût pu mériter d'être un jour cherchée; mais elle ne valoit rien, elle fut oubliée, & les tentatives de Mouton pour une meſure conſtante & univerſelle furent alors ſans fruit, comme celles qui ont été renouvelées depuis.

(*b*) M. de la Condamine, M. Bouguer & M. Godin.

(*c*) *Suprà*, T. I, Liv. IV.

ſures qu'ils avoient établi nous manque encore ; la confuſion, l'incertitude des meſures préſentes ſont l'empreinte de nos diviſions & de notre ancienne barbarie.

§. XII.

Nous diſons qu'on ſoupçonnoit une inégalité dans la longueur du pendule ; en effet Picard parle de quelques expériences faites à Londres, à Lyon & à Bologne en Italie, d'où on pouvoit conclure que les pendules doivent être plus courts à meſure qu'on avance vers l'équateur. Cette conjecture naquit dans les aſſemblées de l'Académie ; on y dit que *ſuppoſé le mouvement de la terre, les poids devroient deſcendre avec moins de force ſous l'équateur que ſous les pôles* (*a*). Deſcartes avoit montré que tout mouvement circulaire produit une force centrifuge. Or le mouvement diurne de la terre ſur elle-même eſt circulaire ; il en doit réſulter une force qui tend à éloigner les corps du centre du globe, & qui les en éloigneroit s'ils n'étoient pas enchaînés par la peſanteur, ſi cette force ne détruiſoit pas la force centrifuge. Mais on ne détruit l'effet d'une force que par une autre force, ou par une portion de force employée à la détruire ; la peſanteur perdoit donc une portion de ſa force par le mouvement de la terre ; les corps tomboient donc moins vîte qu'ils ne feroient ſi la terre étoit en repos : aux pôles qui ſont immobiles, aux pôles qui n'ont pas plus de mouvement que ſi la terre elle-même étoit immobile, la peſanteur doit avoir toute ſon action ; il n'y a ni mouvement circulaire, ni force centrifuge, & les corps libres d'obéir à toute leur peſanteur, doivent y tomber plus vîte & avec plus de force que ſous l'équateur, où le mouvement circulaire étant plus grand, plus

(*a*) Meſure de la terre par Picard, art. IV.

ſenſible, on peut croire que la force centrifuge eſt plus grande, & la peſanteur plus diminuée. La longueur du pendule peut en conſéquence être différente, ſuivant les diſtances à l'équateur. Cependant cette vérité indiquée par la théorie, ſembloit contredite par l'expérience. On avoit meſuré le pendule à la Haye, à Montpellier, à Uranibourg, on l'avoit trouvé de la même longueur qu'à Paris. Montpellier eſt bien plus près de l'équateur, cete ville eſt de douze degrés plus méridionale qu'Uranibourg. L'Académie héſitoit entre des expériences mal faites & une théorie encore incertaine. Mais elle ſentit que pour décider une queſtion importante, il falloit établir ces expériences dans des lieux plus éloignés les uns des autres; il falloit ſur-tout s'approcher de l'équateur où le pendule devoit être le plus court. Cette queſtion ne pouvoit donc être réſolue que par des voyags.

§. XIII.

La queſtion de la longueur du pendule n'étoit pas la ſeule qui rendît ces voyages néceſſaires. Les vues de Dominique Caſſini, en faiſoient naître pluſieurs autres également intéreſſantes. Dans ce tems de renouvelement, où il s'agiſſoit de tout revoir & de tout examiner, Caſſini étoit l'ame des délibérations & le chef des entrepriſes; ſon eſprit les dirigeoit toutes, ſeul il valoit pluſieurs hommes, & il ſuffiſoit à l'aſtronomie entiere.

La théorie de la réfraction étoit encore incertaine, les effets n'en étoient pas bien connus; ſuivant Tycho, la réfraction n'eſt pas la même pour tous les aſtres, elle ne s'étend pas juſqu'au zenith, elle ceſſe à quarante-cinq degrés de hauteur pour le ſoleil, & à vingt degrés pour les étoiles. Képler, par des vues plus générales & plus ſaines, avoit vu que la réfraction naiſſant dans l'atmoſphere, détourne la lumiere, ſans égard

Digitized by Google

à l'aſtre qui l'envoie ; & que comme cette atmoſphere nous enveloppe de toutes parts, la réfraction s'étend juſqu'au zenith où elle ceſſe, parce que le rayon devient perpendiculaire. On étoit partagé entre ces deux aſtronômes. Caſſini avoit trop de juſteſſe dans l'eſprit pour ne pas adopter ces vues de Képler : mais quels que ſoient les égards dûs au génie, les vues ne ſont pas toujours des vérités ; c'eſt l'obſervation qui en décide ; c'eſt à ce tribunal que la vérité ſe fait reconnoître. On peut même remarquer que plus les hommes ont de moyens pour approcher de la préciſion, plus ils deviennent difficiles. Les conjectures ne doivent jamais ſervir que de ſupplément aux faits ; elles ne doivent commencer qu'au terme où l'obſervation eſt forcée de s'arrêter. Des organes plus exercés, des inſtrumens plus ſenſibles avoient étendu l'empire de l'obſervation, elle pouvoit pénétrer plus profondément dans les choſes : Caſſini ſentit qu'il falloit la conſulter. Mais on avoit beſoin d'une méthode, celle que nous avons décrite (*a*), celle qu'on avoit ſuivie juſqu'alors avoit trompé Tycho ; elle conſiſtoit à obſerver une infinité de hauteurs différentes du ſoleil & des étoiles, pour les comparer aux hauteurs vraies & calculées. Ces différences donnent, pour chaque degré de hauteur, l'effet de la réfraction, qui diminue depuis l'horizon juſqu'au zenith : c'eſt en ſuivant ainſi pas à pas ſa diminution que Tycho s'égara. Les inſtrumens n'ont jamais qu'un certain degré de perfection & une puiſſance limitée. Quand Tycho eût atteint les limites des ſiens, quand il fut arrivé à des quantités trop petites pour être ſaiſies par ſes inſtrumens, il crut que la réfraction avoit ceſſé, & qu'elle étoit nulle à quarante-cinq degrés. Cette méthode de déterminer ſucceſſivement la réfraction par expérience, a un grand incon-

(*a*) *Suprà*, page 300.

vénient

vénient ; c'eſt que nous mettons partout nos erreurs ; c'eſt que ces erreurs ſont variables comme notre attention, & comme la fineſſe de nos ſens. Ce n'eſt pas ainſi que les aſtronômes s'y prennent pour déterminer les inégalités du mouvement des planetes ; ils ſaiſiſſent une ou deux circonſtances où cette inégalité eſt la plus ſenſible, ils établiſſent le principe qui la regle ; & ils déduiſent les plus petites de la plus grande. Si quelque erreur de nos ſens affecte les déterminations fondamentales, du moins les erreurs qui en réſultent ſur l'enſemble des inégalités ſont uniformes & proportionnées à ces inégalités, les erreurs diminuent comme elles. Caſſini vit l'avantage de cette méthode, & il l'appliqua tout de ſuite aux réfractions (*a*) ; il ne voulut employer, pour les déterminer toutes, que deux obſervations : il n'en faut pas davantage en effet. Le rayon de lumiere s'eſt plié en entrant dans l'atmoſphere ; ſi nous voulons établir la théorie de la réfraction, il faut ſavoir de combien le rayon s'eſt plié, & à quelle hauteur ce changement eſt arrivé : cette hauteur eſt celle qui atteint les bornes de notre atmoſphere réfractive. Quand une cauſe eſt unique & conſtante, chaque effet porte ſon empreinte, elle peut être meſurée & connue par un ſeul effet, par une obſervation. Mais lorſque deux cauſes agiſſent à la fois & ſe compliquent, les effets portent une double empreinte ; on a beſoin de deux obſervations dans des circonſtances différentes, pour appercevoir chaque empreinte ſéparée, pour démêler les effets particuliers, mais combinés des deux cauſes. Or les cauſes de la réfraction ſont conſtantes : tout nous porte à croire, ou du moins nous permet de ſuppoſer que la hauteur de l'air ne change pas ſenſiblement ; &

(*a*) Dom. Caſſini avoit fait ce travail en Italie, & dès 1662 ; ſes tables des réfractions furent imprimées la même année, à la ſuite des éphémérides de Malvaſia.

Deſcartes a montré qu'en paſſant d'un milieu dans un autre, les rayons, quelle que ſoit leur incidence, ſe plient ſous un rapport conſtant. Dominique Caſſini trouva par obſervation que la réfraction étoit à l'horizon de 32 minutes 20 ſecondes, & à dix degrés de hauteur de 5 minutes 28 ſecondes. Il déduiſit de ces données la quantité dont le rayon ſe plie en paſſant de l'éther dans l'air, & la hauteur de l'atmoſphere fut auſſi déterminée, mais cette hauteur ne ſe trouva que de 2000 toiſes; d'autres phénomènes la donnent beaucoup plus grande. Nous voyons des montagnes plus hautes que 2000 toiſes, avoir des nuages & à leur ſommet & au-deſſus; ces nuages ſont pourtant dans l'atmoſphere. Alhazen avoit montré par la durée des crépuſcules, que l'atmoſphere s'étend à environ dix-neuf lieues de la ſurface de la terre (*a*). Montanari obſerva, en 1676, un météore qui par ſa parallaxe fut jugé dans l'atmoſphere, à la hauteur de quinze lieues communes de France (*b*). L'atmoſphere eſt donc beaucoup plus élevée que ne le ſuppoſent les réfractions; & le réſultat qu'elles fourniſſent enſeigne que quelle que ſoit la matiere qui réfracte & détourne la lumiere, cette matiere n'eſt pas l'air lui-même, ou du moins eſt un air modifié par le voiſinage de la terre, & qui forme une enveloppe aſſez mince au-deſſus de ſa ſurface. Dominique Caſſini ayant poſé ces élémens, calcula les réfractions pour toutes les hauteurs depuis l'horizon juſqu'au zenith; c'eſt la premiere table qui ait eu cette étendue. Alors il conſulta les obſervations, & il lui parut que ſa Table étoit d'accord avec le ciel; elle lui ſervit pour corriger les hauteurs obſervées du ſoleil, & pour établir la théorie de cet aſtre. Cette maniere d'enviſager la réfraction, & d'en déterminer les effets, montre le coup d'œil d'un grand homme.

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 240. (*b*) Mém. Acad. Scien. ann. 1713, p. 54.

§. XIV.

CEPENDANT les aſſertions de Tycho ſubſiſtoient encore elles avoient encore de l'empire ſur les eſprits. Quand un homme a mérité la confiance par des travaux importans, ſes erreurs ſont dangereuſes, parce qu'elles ſont durables. Il étoit difficile que l'obſervation décidât entre Tycho & Caſſini. La réfraction au-deſſus de 45 degrés de hauteur n'eſt pas d'une minute ; cette quantité étoit bien petite, même pour les inſtrumens perfectionnés de ce tems, du moins on ne pouvoit en rendre l'exiſtence aſſez évidente pour contrebalancer dans tous les eſprits l'autorité de Tycho. Dominique Caſſini imagina un moyen de décider la choſe, & en même tems de déterminer l'obliquité de l'écliptique plus exactement qu'on ne l'avoit encore fait. Quand même la réfraction n'exiſteroit pas à la hauteur du ſolſtice d'été, la plus petite hauteur du ſoleil au ſolſtice d'hiver eſt conſidérablement altérée par la réfraction dans nos zônes tempérées, & l'incertitude de cet élément influeroit toujours ſur la diſtance des tropiques. Tycho avoit donné au ſoleil une parallaxe de trois minutes, Caſſini ſoupçonnoit qu'elle devoit être beaucoup plus petite ; il propoſa d'aller obſerver la diſtance des tropiques ſous l'équateur même ; la plus petite hauteur du ſoleil au ſolſtice d'hiver excede 60 degrés. Selon Tycho, cet aſtre n'y doit point ſouffrir de réfraction, & il réſultoit de ſes ſuppoſitions ſur la parallaxe, que la diſtance des tropiques devoit être de 47 degrés 3 minutes Caſſini, fondé ſur de nouvelles déterminations, aſſuroit qu'elle ne devoit être que de 46 degrés 57 minutes 15 ſecondes (*a*). Il y avoit donc cinq minutes de différence ſur leſquelles l'ob-

(*a*) Hiſtoire de l'Acad. des Scien. Tom. I, p. 111.

ſervation pouvoit prononcer ; & un obſervateur, en ſe tranſportant ſous l'équateur, pouvoit devenir juge entre deux grands aſtronômes.

§. XV.

Nous venons de dire que Caſſini croyoit la parallaxe du ſoleil beaucoup plus petite que Tycho ne l'avoit ſuppoſée. Pluſieurs aſtronômes, entraînés par le ſentiment de cet habile obſervateur, n'oſoient penſer autrement que lui. Envain Képler avoit tenté de réduire cette parallaxe à une minute, Lansberg, Bouillaud, Rheita, la faiſoient preſque auſſi grande que Tycho (*a*). Vendelinus & Riccioli allerent encore plus loin que Képler, ils obſerverent, comme Ariſtarque, la lune dichotôme, & ils déduiſirent une parallaxe, l'un de 15 ſecondes, l'autre de 28 ſecondes. Mais ces aſtronômes n'avoient pas aſſez d'autorité contre Tycho & contre Képler. Caſſini ſeul égaloit ces grands hommes, & pouvoit ramener leurs partiſans ; mais lui-même fut d'abord entraîné par Képler. Lorſque Dominique Caſſini s'occupoit à fonder la théorie du ſoleil ſur les obſervations faites au gnomon de Sainte-Petrone, deux opinions étoient dominantes, l'une ſuppoſoit la parallaxe du ſoleil inſenſible, ou au deſſous de 12 ſecondes, l'autre la faiſoit d'une minute (*b*). Dominique Caſſini préféra d'abord la derniere, & ce fut ſans doute par l'eſtime des travaux & des idées de Képler. Mais cette ſuppoſition avoit un grand inconvénient, on étoit obligé de rejeter ſur les réfractions ce qu'on avoit mis de trop ſur la parallaxe ; on faiſoit varier ces réfractions dans le cours de l'année. Cet inconvénient ne ſubſiſtoit plus lorſqu'on employoit une paral-

(*a*) Lansberg la faiſoit de 2 minutes 18 ſecondes, Bouillaud de 2 minutes 21 ſecondes, Bettinus de 3 minutes, Rheita d'une minute 44 ſecondes, Langrenus de 59 ſecondes. Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 113.

(*b*) M. de la Lande, *Aſtron.* art 1730. La Hire en 1702, la croyoit inſenſible, ou tout au plus de 6 ſecondes, *Tab.* de la Hire, p. 6.

laxe au-deſſous de 12 ſecondes, & c'étoit une forte raiſon de l'adopter. Mais cette petite parallaxe plaçoit le ſoleil à une diſtance énorme de nous ; la diſtance établie par Képler, en vertu de la parallaxe d'une minute, diſtance qui étoit la plus grande qu'on eût encore ſuppoſée (*a*), devenoit cinq fois trop petite. Les hommes ne ſe ſont familiariſés que peu à peu avec les grandes diſtances des aſtres, avec les vaſtes eſpaces qui compoſent l'univers ; on étoit timide, on craignoit d'aller trop loin dans des évaluations incertaines. Dominique Caſſini revint à la parallaxe de 12 ſecondes ; ce fut celle qu'il employa dans ſes Tables du ſoleil : mais il doutoit, le doute devoit le fatiguer. Il propoſa d'obſerver la parallaxe de Mars, les parallaxes des aſtres ſont proportionnelles à leurs diſtances (*b*). Toutes ces diſtances, dans le ſyſtême de Copernic (*c*), ſont connues les unes par les autres, elles ſont intimement liées par un rapport donné, en conſéquence de la loi de Képler (*d*). Si la parallaxe de Mars eſt bien obſervée & bien établie, on obtiendra donc ſa diſtance à la terre, puis ſa diſtance au Soleil, puis enfin, au moyen des rapports donnés, la diſtance du Soleil à la Terre, & ſa parallaxe qui en dépend. Mars offroit des facilités pour cette recherche ; c'eſt un des corps céleſtes qui s'approchent le plus de la Terre. Lorſqu'il eſt en oppoſition avec le Soleil, il peut être une fois & demie plus près de nous que cet aſtre ; il a donc une parallaxe une fois & demie plus grande. Si, ſuivant Képler, l'une étoit d'une minute, l'autre devoit être de deux minutes & demie ; ſi l'une n'étoit que de douze ſecondes, on en auroit encore trente pour l'autre. Ces différences ſont aſſez ſenſibles pour être diſtinguées par des obſervations exactes ; il ne s'agiſſoit

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 113.
(*b*) *Suprà*, Tom. I, p. 97.
(*c*) *Suprà*, Tom. I, p. 357.
(*d*) *Suprà*, p. 118 & 119.

Digitized by Google

plus que de choiſir la méthode. Celle dont on peut ſe ſervir dans un même lieu, qui preſcrit d'obſerver l'aſtre fort bas, lorſque la parallaxe eſt très-grande, & fort haut lorſqu'elle eſt preſque nulle (*a*), a l'inconvénient que la petite parallaxe de Mars peut ſe confondre dans l'erreur des obſervations, & ſe mêler près de l'horizon avec les grandes réfractions, toujours un peu incertaines, & ſouvent variables. La ſéparation devient difficile; il vaut mieux ſe ſervir d'une méthode ſemblable à celle que Tycho employa pour trouver la parallaxe de la comete de 1577; elle conſiſte à obſerver dans deux lieux éloignés ſur le globe, & au même inſtant (*b*), la diſtance de Mars à une étoile convenue qui en ſoit fort près, afin que les réfractions ſoient les mêmes pour Mars & pour l'étoile. Cette diſtance ne ſera pas vue la même dans les deux lieux, & la différence eſt l'effet de la parallaxe de Mars. Si l'incertitude de la longueur du pendule, & celle des réfractions exigeoient qu'on allât interroger le ciel ſous l'équateur, cette grande queſtion de la diſtance du Soleil demandoit auſſi un voyage; il falloit qu'un obſervateur allât faire loin de nous, à une grande diſtance ſur le globe, des obſervations correſpondantes à celles qu'on feroit à Paris & dans les autres obſervatoires de l'Europe.

§. XVI.

Un des membres de l'Académie, Richer, ſe dévoua pour aller éclairer les doutes de l'Académie, & remplir les vues de Dominique Caſſini. Louis XIV venoit de reprendre la poſſeſſion de l'île de Caïenne; cette île n'eſt éloignée que de cinq degrés

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 95.

(*b*) Ces obſervations ſe font ordinairement au méridien. Quand le méridien eſt le même, elles ſe font au même inſtant. Quand les méridiens ſont différens, on tient compte du mouvement propre de Mars dans l'intervalle du paſſage d'un méridien à l'autre.

Digitized by Google

de l'équateur, elle offroit donc un poſte convenable pour les éclairciſſemens deſirés. Le Roi, ſenſible à toute eſpece de gloire, donna ſes ordres pour les facilités & les dépenſes du voyage, l'Académie & Dominique Caſſini fournirent les inſtructions néceſſaires, & Richer mit à cette entrepriſe le zele que méritoit l'importance des queſtions. Il falloit en effet du zele, car il alla paſſer plus d'une année dans un climat mal ſain; il n'en revint que malade : Meuriſſe, chargé de l'aider dans ſes obſervations, y mourut (*a*). Mais Richer remplit dignement ſa miſſion; parti en 1672, il revint en 1673, rapportant des connoiſſances utiles & une découverte importante. Ces dangers, aſſociés aux travaux paiſibles de l'eſprit, prouvent que la curioſité humaine a ſon courage comme l'honneur. La gloire des ſciences eſt donc juſtement acquiſe, & par les ſuccès du génie, & ſouvent par ce qu'ils coûtent.

On peut juger avec quelle impatience ce retour fut attendu, & de l'Académie qui s'occupoit du progrès des ſciences, & de Dominique Caſſini, à qui ces progrès devoient être principalement dûs. Richer étoit l'oracle qui alloit prononcer. Caſſini ſavoit interroger le ciel, il eut preſque toujours des réponſes favorables.

§. XVII.

Les réponſes ne furent pas à la vérité déciſives pour la parallaxe de Mars, la quantité trop petite ne put être déterminée par les obſervations. La diſtance de Mars à l'étoile convenue parut la même à Paris & à Caïenne; mais ce que l'aſtronomie avoit particulierement gagné dans ſes progrès, & ſur tout par ſes nouveaux inſtrumens, c'étoit la poſſibilité d'eſtimer les erreurs. Cette obſervation, regardée comme bonne & priſe à

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. I, pag. 105, 111.

la rigueur, auroit fait conclure que Mars n'avoit point de parallaxe, & que ſa diſtance étoit infinie, ce qui eſt abſurde. Mais cette concluſion, toute fauſſe qu'elle étoit, devenoit favorable à ceux qui faiſoient la parallaxe de Mars plus petite. Dominique Caſſini prit le parti d'eſtimer l'erreur qu'on avoit pu commettre dans l'obſervation, & il l'évalua à 15 ſecondes (*a*). Il en déduiſit la parallaxe de Mars de 25 ſecondes, & celle du Soleil de 9 ſecondes & demie (*b*), avec l'aſſurance que ſi l'erreur a été bien eſtimée, ces parallaxes ne peuvent être plus grandes; les habiles obſervateurs, tels que Dominique Caſſini, & ſurtout ceux qui, comme lui, joignent le génie à l'habitude & à l'expérience, ont la balance des probabilités & la meſure des choſes qu'ils ne peuvent atteindre. Ce qui prouve la juſteſſe de l'eſtimation, c'eſt qu'aucun aſtronôme depuis Dominique Caſſini n'a fait la parallaxe du Soleil plus grande que 10 ſecondes ou 10 ſecondes un quart. Dans ces dimenſions que la nature ſemble nous refuſer par leur éloignement, c'eſt beaucoup de connoître une des limites qui les renferment; cette parallaxe nous aſſure que le ſoleil eſt éloigné de la terre au moins de 22326 demi-diametres de notre globe (*c*); & d'après la valeur du demi-diametre, qui réſulte de la meſure de la circonférence de la terre (*d*), on peut croire que la diſtance du ſoleil à nous n'eſt pas moindre que trente & un million de lieues. Cette détermination fournit encore la comparaiſon des grandeurs du ſoleil & de la terre. La parallaxe du ſoleil eſt l'angle ſous lequel un obſervateur, placé dans cet aſtre, verroit le demi-diametre de notre globe. Le ſoleil voit donc ce demi-diametre ſous un angle de 9 ſecondes & demie; nous voyons le ſien ſous un

(*a*) M. de la Lande, *Aſtron.* art. 1731.
(*b*) Mém. Acad. Scien. Tom. I, p. 114.
(*c*) *Suprà*, Tom. I, note, p. 98.
(*d*) *Suprà*, p. 349.

angle

angle de 16 minutes 6 ſecondes, ou de 966 ſecondes ; ces demi-diametres ſont vus de la même diſtance ſous des grandeurs qui ſont comme 9 & demi à 966, ou comme 19 à 1932. Le diametre du ſoleil eſt donc cent fois plus grand que celui de la terre, & ce globe, qui eſt le centre de tout, & qui régit tout, eſt un million de fois plus gros que le nôtre (*a*). La poſtérité, comme nous l'avons dit, n'a point déſavoué ces eſtimations de Dominique Caſſini, elle s'en eſt peu éloignée ; & comme Caſſini avoit annoncé que c'étoit la plus foible eſtimation de la diſtance & de la grandeur du globe ſolaire, la poſtérité n'y a touché que pour reculer le ſoleil & pour l'aggrandir.

§. XVIII.

La ſatisfaction de Dominique Caſſini dût être complette lorſque Richer expoſa devant l'Académie ſon obſervation de la diſtance des tropiques ; Caſſini avoit annoncé qu'elle ſeroit de 46° 57′ 15″, elle ſe trouva de 46° 57′ 4″, avec 11 ſecondes de différence ſeulement. Comme l'équateur eſt preſque au zenith de Caïenne, ce zenith ſe trouve entre les deux tropiques, & ces deux termes de la courſe ſolaire ſont élevés & rapprochés l'un de l'autre par la réfraction ; l'intervalle obſervé, ſuivant les hypotheſes de Caſſini, devoit être trop petit de 45 ſecondes. On ajouta cette quantité, & la diſtance partagée en deux, donna l'obliquité de l'écliptique de 23° 28′ 54″ & demie. Mais cet intervalle devoit être au contraire augmenté par les parallaxes de Tycho ; la réfraction devoit être nulle puiſqu'elle ceſſoit, ſelon lui, à 45 degrés. Les grandes parallaxes défectueuſes, qui devoient faire excès, n'exiſtoient pas, & l'intervalle trop petit des tropiques annonçoit les réfractions qui

(*a*) Les globes ſont entr'eux comme les cubes de leurs diametres.

l'avoient ainſi diminué. Caſſini eut donc raiſon, & ſur les réfractions & ſur les parallaxes ; il eut raiſon contre Tycho. Jamais divination ne fut mieux vérifiée ; mais l'aſſertion de Caſſini n'avoit point été haſardée, il s'étoit fondé ſur une multitude de connoiſſances, & ſur un tact excellent pour les choiſir & pour en faire uſage. Cet avantage de Caſſini, déjà connu par tant de découvertes ſur Tycho, qui méritoit ſa réputation, eſt un triomphe honorable. Les déterminations de Tycho, quoiqu'aggrandies par les vues de Képler, alloient être effacées ; mais ſes obſervations reſteront, & c'eſt l'avantage des grands obſervateurs ; leurs œuvres ne périſſent point, les ſyſtêmes s'écroulent, les conjectures s'évanouiſſent, les idées du génie ſont quelquefois remplacées par des idées plus ſaines : mais ſans diſtinction de tems, les faits s'uniſſent aux faits ; on ne peut ni les détruire, ni ſe paſſer d'eux ; ils durent parce que ce ſont des vérités.

§. XIX.

Un fait important par la conſéquence de ſes réſultats, & qui fut le principal fruit du voyage, c'eſt l'accourciſſement obſervé du pendule. Quand Richer fut arrivé à Caïenne, & qu'il eut fait marcher ſon horloge, il fut étonné de voir qu'elle ne faiſoit plus le même nombre de vibrations dans la durée d'un jour ; elle en faiſoit 148 de moins qu'à Paris, & retardoit chaque jour de $2' 28''$. Les horloges retardent en été, nous l'avons dit, parce que la chaleur alonge la verge du pendule, alors on raccourcit cette verge pour faire avancer l'horloge ; c'eſt ce que fit Richer ; il fallut accourcir le pendule d'une ligne & un quart, pour qu'il battît exactement les ſecondes, & que l'horloge marquât 24 heures dans la durée d'un jour. Cette obſervation a été réitérée pendant dix mois entiers, & Richer a trouvé

conſtamment le pendule de la même longueur. Il rapporta même à Paris le pendule fixé à cette longueur, néceſſaire pour qu'il battît les ſecondes à Caïenne; & ce même pendule arrivé à Paris ne les battit plus, l'horloge auroit avancé de la même quantité dont elle retardoit à Caïenne. Un phénomène ſi extraordinaire ne pouvoit avoir que trois cauſes : un alongement de la verge de métal qui forme le pendule, alongement cauſé par la chaleur; une réſiſtance de l'air plus grande, qui retardoit plus qu'à Paris le corps dans ſa chûte, & rendoit plus long le tems de ſa deſcente; enfin une diminution dans la peſanteur du corps même. Mais l'horloge ne retardoit pas en conſéquence d'un alongement du pendule, & en vertu de la chaleur; car elle eût ſubi des variations & retardé proportionnellement à cette chaleur. D'ailleurs l'expérience enſeigne que les métaux ne ſe dilatent pas ſi ſenſiblement : une verge de cuivre ou de fer, longue de trois pieds comme le pendule, expoſée à une température telle que celle de Caïenne, ne s'alonge que d'un tiers ou d'un cinquieme de ligne (*a*); ce qui eſt fort différent d'une ligne & un quart dont il fallut accourcir le pendule. Quant à la réſiſtance de l'air, il faudroit, pour produire cet effet, qu'elle fût bien différente à Caïenne de ce qu'elle eſt à Paris; il faudroit que la denſité de ce fluide fût conſidérablement augmentée. Cette denſité auroit des effets ſur la ſanté des hommes, & ſur la reſpiration; il eſt fort douteux qu'on pût vivre dans une atmoſphere capable de cette réſiſtance : & ce qui doit faire entierement renoncer à cette explication, c'eſt que l'horloge n'ayant pas été conſtruite pour vaincre cette réſiſtance, le pendule perdroit peu à peu ſon mouvement; & s'arrêteroit, à moins qu'on ne mît à l'horloge un poids plus

(*a*) M. Berthoud, *Eſſai ſur l'horlogerie*, T. II, p. 113.

fort (*a*). La raiſon du phénomène ne peut donc ſe trouver que dans la diminution de la peſanteur.

Toutes les oſcillations du pendule ſont accomplies dans le même tems, qui dépend de la longueur du pendule (*b*). Mais ce tems dépend auſſi de la force qui pouſſe les corps vers la ſurface de la terre; ſi cette force eſt diminuée par une cauſe quelconque, le corps, avec moins de capacité au mouvement, employera plus de tems à parcourir le même eſpace, & tombera moins vîte. L'oſcillation d'un pendule réſulte du mouvement d'un corps qui tombe, s'il tombe moins vîte, la vibration ſera plus longue. Or les vibrations du pendule de Richer étoient plus longues, employoient chacune plus de tems à Caïenne qu'à Paris, puiſqu'il s'en faiſoit un moindre nombre dans le même intervalle de tems; la peſanteur, la force qui fait tomber les corps, qui regle leur vîteſſe, étoit donc moins grande à Caïenne & près de l'équateur qu'à Paris.

§. XX.

On ne pouvoit mieux vérifier les conjectures propoſées dans l'Académie, où on avoit dit qu'en ſuppoſant la force centrifuge, la peſanteur devoit avoir moins d'action ſous l'équateur, & que les corps devoient y tomber moins vîte que ſous les pôles; cependant malgré cet accord de la théorie & de l'obſervation, on étoit encore embarraſſé pour prononcer ſur la véritable cauſe du phénomène : la théorie des forces centrifuges n'étoit pas aſſez approfondie, & l'obſervation de Caïenne ſembloit con-

(*a*) C'eſt le poids qui reſtitue au pendule ce qu'il a perdu dans chaque vibration par la réſiſtance de l'air : s'il perdoit plus, il faudroit un poids plus fort qui lui rendît plus. Voyez *Suprà*, p. 260.

(*b*) Les tems des oſcillations de deux pendules de différentes longueurs, ſont comme les racines quarrées de ces longueurs. Un pendule de 16 pouces fait ſes vibrations en une ſeconde, tandis qu'un pendule long de neuf pouces fait les ſiennes en une demi-ſeconde.

tredite par d'autres obſervations. A Lyon, à Cette, à Montpellier, dans tous les lieux de la France où Picard obſerva la longueur du pendule, à la Haie, à Uranibourg (*a*); cette longueur fut trouvée la même qu'à Paris. Caïenne eſt ſans doute bien plus diſtante de Paris qu'Uranibourg, mais ſi les horloges retardent de 2′ 28″, en ſe rapprochant de l'équateur de 44 degrés, il ſemble que lorſqu'on remonte de douze degrés vers le pôle, & à la latitude d'Uranibourg, elles devroient avancer d'une quantité ſenſible, & demander au contraire un alongement du pendule. Ces conſidérations tenoient dans l'Académie les eſprits en ſuſpens; le phénomène pouvoit être local & particulier à Caïenne, on craignit d'en faire un phénomène général : ce réſultat extraordinaire étoit fondé ſur l'expérience, mais ſur une expérience unique. L'Académie, qui ne précipite rien, ſouhaita qu'elle fût répétée; elle attendit les lumieres du tems: ſes membres peuvent s'avancer dans l'avenir par le génie, préparer les découvertes par des vues, tenter d'unir les faits par des conjectures, elle ne connoît, n'adopte que la vérité démontrée; & l'eſprit dans lequel elle a toajours perſévéré, eſt de douter juſqu'au moment des expériences déciſives.

Ces expériences ne tarderent pas long-tems. Le célebre Halley ſe tranſporta en 1677 à l'île Sainte-Helene, & trouva, comme Richer, qu'il falloit y accourcir le pendule (*b*). Quelques années après Varin & Deshaies furent envoyés par Louis XIV pour déterminer la poſition de différens lieux par des opérations aſtronomiques; ils trouverent qu'à Caïenne le pendule devoit être encore plus accourci que Richer ne l'avoit fait. Ce phéno-

(*a*) Mém. Acad. Sc. T. I, p. 116, 120.

(*b*) Nous avons parcouru le Catalogue des étoiles auſtrales, publié par Halley en 1679, où il rapporte les obſervations qu'il a faites à Caïenne; il n'y parle point de celle de la longueur du pendule; c'eſt Newton qui cite Halley pour l'avoir obſervée. *Principia mathém.* Lib. II, Prop. XX.

Digitized by Google

mène nouveau avoit ſans doute intimidé l'obſervateur ; Richet eut peine à en croire ſes yeux, il ôta au phénomène tout ce qu'il pouvoit lui ôter, & il le vit le plus petit poſſible ; Deshaies trouva cet accourciſſement de deux lignes. Le même phénomène fut obſervé à la Martinique, à Saint-Domingue, au Breſil, à Porto-Bello entre les deux Amériques, à Louvo dans le royaume de Siam, à Gorée ſur la côte d'Afrique, près le Cap-Vert (*a*). On voyoit dans toutes ces quantités obſervées que l'accourciſſement étoit le plus grand à l'équateur, & diminuoit en s'approchant de nos climats. Ce n'étoit donc plus un phénomène particulier, c'étoit un phénomène général, & qui tenoit réellement à la combinaiſon de la force centrifuge & de la peſanteur. Si l'on n'avoit pas été aſſuré que les corps mus en rond tendent ſans ceſſe à s'échapper & à fuir le centre du mouvement, ſi l'on avoit pu douter de l'exiſtence de la force centrifuge, on en auroit eu une preuve ſenſible dans cette diminution de la peſanteur. Le phénomène qui la manifeſte a donc déjà cette utilité ; mais nous verrons qu'il eſt peu de faits dont l'on ait tiré des conſéquences plus curieuſes & plus importantes : celui-ci dévoile l'action des reſſorts de la nature ; & nous n'anticipons point trop ſur les tems, en diſant qu'il a conduit l'eſprit géométrique à la forme des corps céleſtes, & donné naiſſance à des conjectures heureuſes pour ſurprendre le ſecret de leur formation. L'Académie eut la gloire de prévoir le phénomène, d'en preſcrire l'obſervation, & Richer eut celle de l'obſerver le premier.

§. XXI.

Les voyages entrepris pour la cauſe de la religion furent

(*a*) Souciet, *Obſerv.* faites aux Indes & à la Chine, Tome II, p. 25. *Mémoires de l'Académie des Sciences*, Tome VII, pag. 11. *Ibid.* 1700, Hiſt. pag. 116. *Ibid.* 1701, Hiſt. pag. 119. *Ibid.* 1708, p. 8 & 16.

Digitized by Google

encore utiles à l'aſtronomie. Un ordre, formé à tous les genres d'étude, à toutes les ſciences, ſe diſtingua des autres ordres qui entrerent dans la même carriere : les Jéſuites, répandus dans l'Aſie pour l'intérêt des miſſions, s'établirent à Pekin vers la fin du ſeizieme ſiecle ; ils eurent accès auprès de l'Empereur & une faveur qui fut due au mérite & aux connoiſſances du P. Adam Schaal. La préſidence du tribunal des mathématiques fut ôtée aux Mahométans pour la lui donner, & la réformation du calendrier chinois, tombé dans un grand déſordre depuis pluſieurs ſiecles, lui fit beaucoup d'honneur chez une nation, pour qui le calendrier eſt une affaire d'Etat. Le P. Schaal, à la mort de l'Empereur, fut nommé précepteur de ce jeune Ca-hi, qui montoit au trône, & qui depuis protégea particulierement les ſciences & les Jéſuites ſes inſtituteurs (*a*). Ce choix fait beaucoup d'honneur aux Chinois. Les préventions & les jalouſies nationales doivent être plus fortes chez ce peuple concentré en lui-même depuis qu'il exiſte, & qui ne croit point avoir d'égal dans l'univers ; il faut qu'il ſoit bien touché du mérite, puiſque, malgré la différence des opinions religieuſes, il a rendu hommage à la ſupériorité étrangere, en lui confiant l'éducation du Prince. Mais s'il eſt à Pekin des ſages qui ſont juſtes, il eſt auſſi des hommes qui ſont jaloux ; & la Cour, comme ailleurs, eſt le centre des orages. Le Pere Schaal ne pouvoit être attaqué ſur les ſciences, ſa religion & ſes opinions nouvelles à la Chine furent calomniées ; âgé de ſoixante-dix-huit ans, il fut chargé de fers : mais le jeune Can-hi rétablit la religion & les ſciences. Le calendrier n'étoit pas d'accord avec le ciel, le P. Verbieſt fut appelé en 1671 pour le réformer & pour triompher publiquement de l'ignorance de ſes ennemis ;

(*a*) Hiſtoire génér. des voy. Tom. XXII, pag. 133.

il fit élever un ſtyle, il marqua la place où l'ombre du ſoleil devoit s'arrêter à midi, & devant tous les mandarins aſſemblés, en préſence des aſtronômes Chinois confondus, l'ombre s'arrêta comme il l'avoit annoncé (*a*). Cette prédiction n'eſt pas difficile; l'éronnement que produiſit le ſuccès montre ce qu'on doit penſer de l'aſtronomie chinoiſe; le P. Verbieſt fut préſident du tribunal des mathématiques. L'ordre ſentit la néceſſité d'envoyer à la Chine des miſſionnaires inſtruits, & l'Académie l'utilité qu'elle pouvoit retirer de leur correſpondance. Les PP. Bouvet, Gerbillon, le Comte, Tachard, &c. furent exercés aux obſervations aſtronomiques par Dominique Caſſini; on les munit d'inſtrumens, & ils partirent pour les Indes & pour la Chine, avec le titre de mathématiciens du Roi. Le P. Gaubil a ſuccédé, & c'eſt principalement à lui que nous devons la connoiſſance de l'aſtronomie chinoiſe. Pendant près d'un ſiecle, l'aſtronomie a été cultivée à Pekin comme en Europe; des obſervations correſpondantes ont été faites avec tout l'avantage qui en réſulte pour les progrès de la ſcience & pour la connoiſſance du globe. Ainſi par les révolutions des choſes humaines, l'Aſie qui nous a jadis inſtruits, fut inſtruite par l'Europe.

(*a*) Hiſtoire génér. des voy. Tom. XXII, p. 331.

HISTOIRE

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE DIXIEME,

Travaux & Découvertes du même tems.

§. PREMIER.

TANDIS que l'on ſuivoit avec aſſiduité dans les obſervatoires le cours des planetes, pour déterminer la poſition, la grandeur de leurs orbes, leurs diſtances, leurs moyens mouvemens, une infinité de découvertes particulieres faiſoient marcher l'aſtronomie, & augmentoit nos connoiſſances ſur la phyſique céleſte: on appercevoit des vérités, on reconnoiſſoit des erreurs, mais c'étoit toujours à l'avantage de la ſcience; s'inſtruire ou ſe déſabuſer, c'eſt toujours s'éclairer.

§. II.

LA lune, en tournant autour de nous, varie de grandeur, & en augmentant ſon apparence, elle nous avertit qu'elle s'eſt approchée; les variations de ſon diametre ſont donc propres

à nous faire connoître les variations de ſa diſtance : il en eſt de même du diametre du ſoleil. Auzout & Picard, à l'aide de leur micrometre récemment perfectionné, obſervoient conſtamment en 1666 les diametres de la lune, ils y reconnurent une variation qui n'avoit pas été ſoupçonnée. Hévélius, dans l'éclipſe de lune du 2 Juillet, ayant meſuré la planete avant l'éclipſe, fut étonné comme eux de trouver le diſque aggrandi de huit à neuf ſecondes lorſque l'éclipſe fut finie; il n'en connut point la raiſon. Auzoût & Picard, que l'on rencontre preſque toujours aſſociés, dans ces tems où l'eſprit des ſavans ſembloit celui de la fraternité, & où les travaux ſe faiſoient en commun, trouverent que cet aggrandiſſement tenoit à un phénomène conſtant. La lune, & un aſtre quelconque, en s'élevant de l'horizon au zenith, augmente réellement de grandeur apparente; mais la lune ſeule nous indique ce changement, parce que ſeule elle eſt aſſez proche de nous, pour que l'augmentation devienne ſenſible. Ce n'eſt pas que dans l'eſpace de tems, qui s'écoule entre ſon lever & ſon paſſage près du zenith, ſa diſtance au centre de la terre change ſenſiblement; c'eſt ſa diſtance à l'égard de la ſurface (*a*). Quand la lune eſt à l'horizon, elle eſt plus éloignée de l'obſervateur de tout le demi-diametre du globe; quand elle eſt au zenith, il y a la moitié du globe de moins entr'elle & nous : elle doit donc paroître plus grande, puiſqu'elle s'eſt rapprochée réellement de 1500 lieues; & à raiſon de ſa moyenne diſtance, qui eſt environ de 90000 lieues, la diſtance diminuée d'un ſoixantieme, augmente en proportion le diametre, & environ de trente ſecondes. Voilà l'avantage des inſtrumens fins & ſubtils, ils apperçoivent des choſes que nos yeux ne ſauroient voir. On peut reconnoître combien nos

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. I, p. 8.

inſtrumens naturels, combien nos ſens nous trompent ; nous voyons à l'horizon le ſoleil & la lune avec de larges diſques, ils ſemblent diminuer lorſqu'ils s'élevent & lorſque l'illuſion ceſſe, pour laiſſer paroître la réalité, ſi nous ne conſultons que nos yeux, nous croirons que les aſtres s'offrent au zenith ſous une apparence plus petite : mais lorſque nous y appliquons nos lunettes, nos micrometres, qui ſont les véritables juges des grandeurs, nous dépouillons les aſtres de l'augmentation illuſoire qu'ils tiennent de l'erreur de nos jugemens, & nous les voyons au contraire s'aggrandir en s'élevant ſur nos têtes (*a*).

§. III.

Mais la grandeur des aſtres à l'horizon, ce phénomène qui exiſte à l'œil nu, & qui diſparoît dans les lunettes, demandoit une cauſe ; il y a bien lieu de croire que cette cauſe eſt métaphyſique : elle appartenoit donc au P. Mallebranche, l'eſprit le plus métaphyſique du tems. Il propoſa ſon explication ingénieuſe, qui n'eſt que celle de Ptolemée, mais que l'on crut nouvelle, parce que l'aſtronomie ancienne avoit été peu étudiée. Ce qui paroîtra le plus extraordinaire, c'eſt que dans un tems où la théorie & les effets de la réfraction étoient bien connus, Regis renouvela l'erreur de Poſſidonius (*b*) ; il ſe perſuada que les aſtres étoient aggrandis par la réfraction, & il fallut que l'Académie prononçât en faveur de Mallebranche (*c*). Regis & Mallebranche, également diſciples de Deſcartes, com-

(*a*) Auzout imagina que cette variation des diametres pouvoit ſervir à meſurer la diſtance abſolue de la lune à la terre. *Traité du micrometre. Mém. Acad. Scien.* T. VII, P. I. Mais cette variation eſt bien petite pour ſaiſir une auſſi grande quantité que la diſtance de la lune ; une ſeconde d'incertitude répondroit à 3000 lieues, ou à un trentiéme ſur la diſtance.

(*b*) Hiſtoire de l'Aſtron. moder. T. I, p. 119 & 203.

(*c*) Fontenelle, *Eloge de Regis*.

battirent l'un contre l'autre, quoique ſous les mêmes enſeignes; réunis par des principes d'autant plus difficiles à ſaiſir qu'ils ſont moins vrais, ces deux philoſophes étoient diviſés d'opinions, comme on l'eſt dans les ſectes de l'erreur : car malheureuſement le cartéſianiſme étoit une ſecte en philoſophie.

§. IV.

Les réfractions, que l'on a tant d'intérêt de connoître pour l'exactitude des obſervations aſtronomiques, furent examinées avec le plus grand ſoin & dans toutes les circonſtances. Dominique Caſſini en avoit donné la théorie & les Tables (*a*); il avoit apperçu, & Picard après lui, que les réfractions étoient plus grandes en hiver qu'en été (*b*) : cela doit être, puiſque l'air eſt condenſé par le froid, & que la réfraction tient à la denſité du milieu, où la lumiere paſſe en quittant un milieu plus rare. Mais ce qui dût étonner, c'eſt que la réfraction près de l'horizon n'eſt pas la même le matin & le ſoir (*c*). Cette obſervation délicate eſt due à Picard; il remarqua qu'au lever du ſoleil la réfraction du bord ſupérieur, lorſqu'il ſe montre à l'horizon, eſt plus grande que celle du bord inférieur, à l'inſtant où en deſcendant le ſoir, il atteint ce même cercle (*d*); cette remarque a été confirmée par M. de l'Iſle (*e*). C'eſt ſans doute par une raiſon ſemblable à celle qui fait varier les réfractions de l'été

(*a*) Domio. Caſſini en avoit dreſſé trois Tables, ſous les titres de *Refractio æſtiva*, *Refractio æquinoxialis*, *Refractio hibernalis*. Ces Tables, ſur-tout la moyenne, pour le tems des équinoxes, étoient ſi exactes que M. de la Caille, obſervateur connu pour la préciſion, n'y a rien trouvé à changer après 23 ans, du moins depuis 23° de hauteur juſqu'au zenith; elle étoit préférable à celles de Flamſteed & de Newton, conſtruites depuis, & M. de la Caille la jugea la meilleure qui eût été publiée depuis 1662. M. de la Lande, *Aſtronomie*, article 2189.

(*b*) Mém. Acad. Scien. T. I, p. 7.

(*c*) *Ibid.* p. 24.

(*d*) *Ibid.* p. 120. Picard obſerva auſſi que lorſque le bord ſupérieur parut à l'horizon le matin, la réfraction étoit de 33′ 2″ 3 lorſque le bord inférieur y monta, elle n'étoit plus que 32′ 37″ : dans le court intervalle de l'aſcenſion ſucceſſive des deux bords, la préſence du ſoleil l'avoit diminuée de 25″. M. de la Lande, *Aſtron.* art. 2223.

(*e*) Mém. Acad. Scien. 1723, p. 316.

à l'hiver. Dans l'abſence du ſoleil, quelque courte qu'elle ſoit, l'air eſt plus condenſé, ſa denſité eſt plus grande, & la nuit eſt l'hiver de la journée. Voilà bien des variations, & autant de ſources d'erreur ! C'eſt cependant à travers ces illuſions que l'aſtronôme cherche la vérité ! Mais les illuſions ſont connues, il ſaura les éviter ; il ſera toujours en défiance & de lui-même, & de tout ce qui l'entoure. On peut imaginer que la nature ne ſe diverſifie pas ainſi dans les mêmes lieux pour ſe reſſembler parfaitement dans les climats différens. Le voyage de Richer vers l'équateur, & dans cette zône torride, qui étoit l'effroi des anciens, apprit que les réfractions ſont plus petites ſous l'équateur que ſous le parallèle de Paris ; ce réſultat eſt conforme au principe que nous avons établi. La zône torride eſt, pour ainſi-dire ſur la terre le domicile de l'été, la chaleur continue de ces climats, où le ſoleil eſt toujours preſque à plomb, doit y dilater l'atmoſphere ; l'air y a moins de denſité, & la lumiere s'y détourne moins (*a*). On ſe rappela le phénomène remarqué par les Hollandois, lorſqu'ils hivernerent dans la nouvelle Zemble, & l'on ſoupçonna que la réfraction augmentoit en s'avançant de l'équateur vers les pôles. Quelques années après un nouveau phénomène confirma cette conjecture, ou plutôt cette concluſion naturelle. Le Roi de Suede, Charles XI, étant en 1694 à Torneo, en Weſtbotnie vers 65 degrés 45 minutes de latitude, vit que le ſoleil ne s'y coucha point le jour du ſolſtice d'été. Cette ville n'eſt pas cependant ſur le globe, au terme où l'on peut voir s'achever une révolution entiere du ſoleil autour de nous. L'équateur s'y abaiſſe ſous l'horizon, du côté du nord, de 24 degrés 15 mi-

(*a*) MM. Bouguer & de la Caille ont également obſervé & conſtaté cette diminution de la réfraction, en approchant de l'équateur.

nutes ; & comme le ſoleil, par ſa déclinaiſon au tems du ſolſtice, n'eſt élevé au-deſſus de ce cercle que de 23 degrés 30 minutes environ, il falloit que la réfraction fît le reſte, & élevât l'aſtre au moins de 45 minutes, pour que ſon image ne deſcendît pas ſous l'horizon. Cette réfraction horizontale eſt beaucoup plus grande que celle qu'on obſerve à Paris, & qui ne paſſe pas 33 minutes. Le Roi de Suede, frappé de ce phénomène, y envoya l'année ſuivante des mathématiciens, Spole & Bilberg, pour faire des obſervations plus exactes & plus sûres. Leurs obſervations furent communiquées à l'Académie des ſciences de Paris ; Dominique Caſſini & la Hire en conclurent que les réfractions horizontales de ces climats étoient preſque doubles des nôtres. Celle de Torneo étoit de 59 minutes 8 ſecondes ; ailleurs & plus au nord, on trouva même une réfraction, qui paroiſſoit d'un degré huit minutes : mais la poſition du lieu n'étant pas bien connue, on ne peut rien ſtatuer pour un horizon qu'on ne connoiſſoit pas (*a*). Cette croiſſance inattendue de la réfraction dans des climats qui ne ſont pas les plus différens du nôtre, où le ſoleil eſt l'été peu de jours ſans ſe coucher, & l'hiver peu de jours ſans paroître, inſpire une grande curioſité pour obſerver la réfraction ſous le pôle même. Une abſence du ſoleil pendant ſix mois, un froid ſans doute exceſſif pendant cet hiver, doivent augmenter dans une grande proportion la denſité de l'air & ſa puiſſance réfractive. Quoique la théorie de la ſphere y place une nuit de ſix mois, peut-être qu'une réfraction très-grande retarde le départ & précipite le retour du ſoleil, pour diminuer cette longue & triſte nuit. Mais ce pôle eſt inacceſſible par les glaces, ainſi que la zône

(*a*) *Refractio ſolis inoccidui in ſept. oris juſſu Caroli XI, Regis Sueorum, 1695.* Mémoires de l'Acad. des Sciences, 1700, pag. 39, Hiſt. p. 113.

qui l'entoure ; il repouſſe les navigateurs commerçans ou ſavans, & il ferme tout paſſage à l'eſpérance de s'enrichir, ou de s'inſtruire.

§. V.

Ces illuſions variées de notre atmoſphere firent craindre que les autres planetes n'euſſent auſſi des atmoſpheres, qui deviendroient de nouvelles ſources d'erreurs. D'ailleurs ces idées générales depuis long-tems établies de l'identité des corps céleſtes, le ſyſtême des anciens, qui fait des mondes habités de toutes ces planetes, portoient à croire que les habitans n'étoient pas privés ſur leurs globes des avantages d'un fluide, deſtiné à alonger le jour & à diſtribuer plus également la lumiere (*a*). On agita la queſtion de l'atmoſphere de la lune ; cette planete eſt le monde dont nous pouvons avoir le plus facilement des nouvelles, & le ſeul que ſa proximité nous permet de conſulter, pour éclaircir cette queſtion des atmoſpheres. Hévélius remarqua que les taches de la lune paroiſſoient quelquefois moins nettes & moins diſtinctes, quoique par un ciel très clair & très-ſerein, qui permettoit d'appercevoir les plus petites étoiles. Hévélius, en conſéquence de cette remarque, penchoit à admettre une atmoſphere variable, tantôt plus denſe, & tantôt plus rare (*b*). Cependant quand on voit la lune ſur le ſoleil, ſa circonférence paroît nette & tranchée ; il ſemble qu'elle ſeroit moins bien terminée, ſi le globe étoit environné d'une atmoſphere, qui affoibliroit toujours la lumiere du ſoleil, & qui produiroit une ſorte de nuance entre le diſque obſcur & le diſque lumineux. Les étoiles & les planetes, lorſqu'elles ſont éclipſées par la lune, devroient fournir des indices de cette atmoſphere. Si la lune a une atmoſphere, lorſqu'elle

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 237.

(*b*) Hévélius, *Cometographia*, p. 363.

s'approche pour couvrir une étoile, elle l'atteint d'abord par cette atmoſphere avant de l'atteindre par la partie ſolide de ſon globe: l'étoile eſt donc vue un moment à travers ce voile; elle doit montrer tous les effets de la réfraction, ſon image doit ſe colorer comme l'aurore, & ſe déformer, parce que les différentes parties répondant à différentes portions de fluide, doivent ſouffrir des réfractions inégales. L'obſervation interrogée produiſit différens témoignages; Caſſini & la Hire obſerverent en 1679 une éclipſe de Jupiter & de ſes ſatellites par la Lune, Jupiter ne changea point de figure au moment de ſa diſparition (*a*). Quelquefois des obſervateurs ont vu une étoile s'alonger, avant de diſparoître ſous le corps de la lune (*b*); dans d'autres circonſtances pareilles, ce phénomène n'a point été apperçu. Souvent on a vu l'étoile ou la planete ſe colorer avant d'être éclipſée (*c*), & s'avancer même pendant un tems ſenſible ſur le diſque éclairé de la lune (*d*): mais les couleurs qui annoncent une réfraction, n'aſſurent pas qu'elle ſoit opérée au bord de la lune; les couleurs peuvent ſe produire dans notre propre atmoſphere, dans les lunettes, dans nos yeux mêmes; partout la lumiere eſt décompoſée, & ſi elle l'eſt plus ſenſiblement, ou différemment dans un tems que dans un autre, nous ne pouvons nous aſſurer que l'atmoſphere ni nos yeux n'ont pas changé. A l'égard de l'étoile, qui paroît d'abord entrer ſur le diſque éclairé de la lune avant de diſparoître, les anciens en auroient conclu que les bords du globe étoient diaphanes, mais nous ſavons que ce n'eſt qu'une illuſion: Képler nous a appris que les corps lumineux paroiſſent plus grands qu'ils ne

(*a*) Mémoires de l'Acad. des Sciences, Tom. I, p. 198.

(*b*) M. le Monnier, dans l'émerſion d'Aldebaran le 23 Décembre 1738, vit l'étoile alongée pendant plus d'une minute. *Mém. Ac. Sc.* 1738, p. 303. *V.* auſſi 1766, p. 253.

(*c*) *Ibid.* 1753, p. 367, 401, 585; 1755, p. 22; 1760, p. 161; 1767, p. 269.

(*d*) Mém. Acad. Scien. 1755, pag. 22; 1760, q. 161.

ſont,

ſont, ſur un fond obſcur (*a*). Cette extenſion de grandeur eſt une erreur de la vue, c'eſt ce qu'on appelle l'*irradiation* de la lumiere; la zône qui aggrandit l'aſtre eſt une image fauſſe & trompeuſe, elle laiſſe paſſer la lumiere de l'étoile, qui paroît ainſi entrer ſur le diſque, & qui ne diſparoît que lorſqu'elle atteint l'image réelle du corps de la lune.

§. VI.

Pour raſſembler ſur cette queſtion tous les indices du même genre, l'hiſtoire peut anticiper ſur les tems; elle doit d'ailleurs conſigner les faits ſinguliers qui peuvent ſe renouveler & ſe vérifier. En 1718, Maraldi, J. Caſſini, fils de Dominique, & la Hire, virent tous les trois, pendant une éclipſe de lune, une petite étoile des Poiſſons reſter quelques inſtans adhérente au bord de la lune, avant d'être cachée par elle (*b*). La lune étoit totalement éclipſée, il n'y avoit point de lumiere, & conſéquemment point d'irradiation; il ſemble donc que l'image de l'étoile, en conſéquence d'une réfraction, étoit encore viſible, quoique l'étoile fût déjà derriere le diſque, comme le ſoleil, par un effet de la même cauſe, eſt encore élevé ſur l'horizon, quoiqu'il y ſoit déjà plongé, & hors de notre vue. On dit que les bords de la lune étoient très-diſtincts, mais nous ne pouvons diſſimuler des circonſtances qui rendent cette obſervation douteuſe. Les obſervateurs ne s'accordent pas ſur la durée de l'adhérence; Maraldi la fait de quelques ſecondes, Caſſini d'une minute, la Hire de près de deux minutes. Nous ſoupçonnons que les bords de la lune éclipſée n'étoient pas bien terminés; les différens obſervateurs ont cru à différens tems,

(*a*) *Suprà*, p. 25.

(*b*) Mém. Ac. Sc. 1718, p. 274, 279, 283.

que l'étoile y touchoit, lorſqu'elle n'y touchoit pas (*a*). Il y a donc quelques obſervations, qui ſemblent donner une atmoſphere à la lune, & d'autres obſervations qui les contrediſent; cette atmoſphere n'exiſteroit donc pas toujours, ou n'exiſteroit que dans quelques parties de la lune, ce qui n'eſt nullement vraiſemblable. Une découverte du ſiecle préſent portera plus de jour ſur la queſtion; mais en attendant, nous pouvons conclure des faits expoſés ici, que ſi la lune a une atmoſphere, cette atmoſphere n'eſt ni conſidérable, ni fort étendue; elle ne peut avoir qu'une médiocre denſité, & preſque point de pouvoir réfractif. Auzout a fait une remarque qui autoriſe ce jugement, c'eſt que la lune ne peut avoir une atmoſphere ſans avoir des crépuſcules (*b*). Ces crépuſcules ſeroient ſenſibles; on verroit à côté de la partie lumineuſe, une autre partie foiblement éclairée, qui feroit une nuance entre la lumiere & l'ombre: cette lumiere foible ſeroit viſible comme la lumiere cendrée dans la lune nouvelle; lumiere qui ſuffit pour diſtinguer les taches. Les rayons rompus du ſoleil auroient au moins autant de force que la lumiere de la terre jetée ſur la lune, & affoiblie par la réflexion, comme par le double trajet; le phénomène ſeroit donc obſervable, & d'autant plus aiſément que la marche du jour eſt plus lente ſur ce globe, & que les crépuſcules paroîtroient ſtationnaires pendant un aſſez long-tems.

§. VII.

Cette inſpection habituelle de la lune donna lieu à quelques

(*a*) M. Wargentin, dans l'éclipſe de Jupiter par la Lune, du 27 Décembre 1751, a vu Jupiter, avant de diſparoître, éclairer ſenſiblement le bord de la Lune, & de part & d'autre, à la diſtance d'un de ſes diametres. Ce fait, s'il eſt réel, ſeroit bien ſingulier; mais M. Wargentin en doute lui-même, & eſt porté à croire que c'eſt l'effet de quelque illuſion optique; *Mém. des ſav. étrangers*, T. III, p. 103.

(*b*) Mém. de l'Acad. des Scien. T. VII; Part. II, p. 75.

réflexions ſur la nature de ſa ſurface : pluſieurs de ſes taches préſentent des apparences ſingulieres ; celle que l'on a nommée *Tycho*, eſt un centre de rayons qui s'étendent au loin ſur le diſque de la planete. La lune a de très-hautes montagnes, meſurées par Galilée & pat Hévélius (*a*). Il ſemble que *Tycho*, l'une de ces montagnes, ait été le dépôt des vapeurs, le rendez-vous des nuages pour y dépoſer leurs eaux, & que ces eaux deſcendues de toutes parts en torrens, ayent ſillonné tous ces rayons ; ou plutôt que la montagne ait renfermé un volcan immenſe d'où ſont ſortis des fleuves de lave, dont les flots durcis forment l'aſſemblage & la régularité de ces rayons extraordinaires. Quelques taches ſe diſtinguent par leur blancheur & par leur lumiere éclatante. La Hire penſe que ces parties ſont réellement plus blanches, & qu'étant creuſes & ſphériques, elles peuvent faire miroirs, & briller par plus de rayons réunis (*b*). D'autres petites parties ſont colorées ; la tache nommée *Ariſtarque* paroît rouge : Hévélius a ſoupçonné que c'étoit un volcan embraſé (*c*). Mais les volcans n'ont point la conſtance, qui appartient uniquement à la lune : ils s'allument, ils s'éteignent ; leurs éruptions ceſſent & ſe renouvelent ; le feu qui détruit, ne laiſſe point aux choſes la même grandeur & la même figure. Si la lune a eu des volcans, on peut croire qu'elle n'en a plus ; il eſt bien plus naturel de ſuppoſer que la couleur rouge appartient à cette terre d'*Ariſtarque*, & colore ainſi les rayons qui nous ſont réfléchis & envoyés. L'opinion propoſée par Galilée, l'opinion commune étoit que les taches obſcures ſont des mers, qui abſorbent une partie de la lumiere, & les parties claires, des terres ſolides & compactes, qui en

(*a*) *Suprà*, p. 87. Hévélius *Selen.* p. 266.

(*b*) Mém. Acad. Scien. 1706, p. 110.

(*c*) Hévél. *Selen.* p. 354.

réfléchiſſent une plus grande quantité. Auzout ne vouloit pas que ces taches obſcures fuſſent des mers ; il penſoit que s'il en exiſte dans la lune, c'eſt de l'autre côté, & dans cet hémiſphere que nous ſommes condamnés à ne jamais voir. Il ſe fondoit ſur ce que s'il y avoit des mers dans l'hémiſphere qui nous eſt viſible, il s'y éleveroit des vapeurs & des nuages qui ſouvent nous déroberoient la vue des taches (*a*). Mais cette penſée étoit bien peu philoſophique ; comment croire que la nature, qui ſe nuance toujours, qui diſtribue avec égalité, ou du moins avec compenſation, les avantages & les privations, ait permis deux excès dans les deux hémiſpheres de la lune, la ſéchereſſe & la ſtérilité dans l'un, les eaux & la fécondité dans l'autre ? Si le globe de la lune eſt compoſé des mêmes élémens que la terre, ſes parties, comme celles de notre demeure, doivent être toutes également avantagées de leur mélange. Les élémens, principes des choſes, ſont partout répandus ; ou la lune n'a point d'eaux dans ſes deux hémiſpheres, ou réfroidie juſqu'à la glace, comme le ſuppoſe M. de Buffon, elle a perdu ſes fluides, & n'a que des eaux conſolidées. La Hire s'aſſura que la lune en effet n'a point de mers ; ces parties obſcures que l'on prenoit pour des eaux, ont des cavités (*b*), ce qui ne convient point à des mers. Il obſerve que les apparences de cette planete ſont toujours les mêmes, les taches ſont toujours vues avec la même diſtinction quand l'air eſt pur ; il ne s'éleve donc point de vapeurs, même en la préſence du ſoleil, & lorſque la lune a été expoſée quinze jours de ſuite à l'action de la chaleur. On peut donc croire qu'il n'y a point en effet d'humidité ſur ce globe : & ſi les mondes ſont ſemblables, comme l'unité de la nature, comme

(*a*) Mém. Ac. Sc. T. VII, P. II, p. 75. (*b*) *Ibid.* 1706, p. 110.

l'analogie philoſophique le font penſer, pourquoi la lune a-t-elle des terres, des montagnes, des vallons ſans eaux, ſi ce n'eſt parce que le principe de tout ce qui eſt liquide, la chaleur étant entiérement évaporée, le froid a tout deſſéché, & le ſol eſt reſté dur & aride? En même tems le mouvement a ceſſé avec la chaleur, & on ne doit pas s'étonner de cette conſtance inaltérable, obſervée depuis cent cinquante ans ſur la face de la lune.

§. VIII.

Le changement que Picard avoit obſervé dans la méridienne de Tycho (*a*), éleva une autre queſtion qui a mérité d'être diſcutée par Dominique Caſſini. On demanda ſi ces cercles des méridiens, ſi ces points des pôles que l'on croit fixes & inébranlables ſur la terre, ne ſont pas capables de quelque changement. La méridienne que Dominique Caſſini avoit tracée dans l'égliſe de Sainte Petrone à Bologne, s'écartoit de pluſieurs degrés de celle qui avoit été décrite quatre-vingt ans auparavant par Egnace Dante (*b*). Cette idée n'étoit que renouvelée, les anciens avoient eu ce ſoupçon; ils comparerent avec ſoin les parties du ciel correſpondantes à celles de la terre, obſervant les cercles céleſtes qui répondoient alors aux montagnes, aux promontoires, & aux endroits les plus remarquables du continent. On examina de tems en tems s'il n'étoit point arrivé de changemens dans cette correſpondance, & on en remarqua quelques-uns qui parurent aſſez ſenſibles. Eratoſthenes (*c*), ayant conſulté les cartes plus anciennes que lui, trouva que les montagnes de la partie orientale de la terre n'étoient plus dans la ſituation marquée ſur ces cartes; elles

(*a*) *Suprà*, p. 353.

(*b*) Caſſini, *la meridiana del tempio de S. Petronio.* Tranſactions philoſophiques, ann. 1698. N°. 241.

(*c*) Strabon, *Geograph. Lib. II, p. 32.*

avoient décliné vers le nord : de ſon tems les Indes étoient plus ſeptentrionales qu'au ſiecle précédent. Ces corrections nouvelles furent encore réformées par Ptolémée. Mais ces variations dans la géographie de la terre ne ſont point des changemens du globe : ce ſont des erreurs nouvelles miſes à la place des anciennes ; c'eſt l'effet de l'ignorance & de l'incertitude de l'eſprit humain, qui n'avoit pas encore de guide pour marcher dans cette carriere.

Les obſervations de la hauteur du pôle ne prouvent pas mieux que les latitudes aient changé ſur la terre ; les déterminations alors ſe contrarioient, parce que beaucoup d'obſervations étoient mauvaiſes. Au tems d'Hypparque, on croyoit que la hauteur du pôle étoit la même à Byſance ou à Conſtantinople qu'à Marſeille ; au tems de Strabon elle étoit plus grande de trois degrés : aujourd'hui elle eſt plus petite d'un peu plus de deux degrés. En conſéquence Dominique Maria de Ferrare, homme, dit-on, d'un excellent eſprit, qui eut Copernic pour diſciple, avança que la hauteur du pôle diminue continuellement, que le pôle deſcendra ainſi ſous l'équateur, & qu'un jour viendra que les zônes froides ſeront à leur tour brûlées par les rayons du ſoleil. Tycho n'étoit pas éloigné de le croire ; il deſiroit qu'on vérifiât ſi la hauteur du pôle d'Alexandrie étoit encore telle qu'elle avoit été obſervée par Ptolémée. Ce fut un des premiers ſoins de l'Académie naiſſante ; mais cette hauteur, vérifiée par Chazelles, s'eſt trouvée à peu près la même (*a*) : il n'y a de différence que l'erreur poſſible des obſervations. Dominique Caſſini conclut qu'il n'eſt arrivé aucun changement

(*a*) Hypparque l'avoit trouvée de 31° 13'. M. de Chazelles de 31° 11', *ſuprà*, I, 457. Il y a beaucoup d'apparence que l'obſervatoire d'Hypparque étoit au midi, afin d'avoir un horizon plus découvert ; Chazelles au contraire a obſervé au nord, ce qui fait en latitude toute la différence de cette grande ville, & ce qui peut produire quelques minutes. *Tranſactions philoſophiques*, 1699, N°. 257.

ſenſible dans la poſition de la terre (*a*) Toutes ces variations prétendues peuvent être attribuées, les grandes à l'incertitude de l'eſtime des voyageurs, les petites au défaut des inſtrumens & des obſervations ; & Dominique Caſſini remarquant que les directions de l'aiguille aimantée étoient variables, ſoupçonna que le fil à plomb des inſtrumens pourroit ſouffrir une déviation, qui ſeroit plus ſenſible dans certains lieux de la terre que dans d'autres (*b*). Les obſervations faites depuis ont confirmé la poſition fixe & conſtante des pôles & des méridiens.

§. IX.

Huygens, qui avoit ſi bien développé en 1659 les cauſes des variations & des apparences de l'anneau de Saturne, avoit prédit que cette planete perdroit ſes anſes & paroîtroit ronde dans le mois de Juillet de l'année 1671. Les aſtronômes furent attentifs à ſuivre Saturne pendant toute l'année ; pour être témoins de la perte & du recouvrement de ſes anſes, la prédiction fut vérifiée (*c*) ; mais on veilla bien des nuits pour ſaiſir ces inſtans deſirés. Les veilles de Dominique Caſſini n'étoient jamais perdues, ſon attention n'étoit point infructueuſe. Vers la fin d'Octobre, il apperçut Saturne entouré d'onze petites étoiles (*d*) ; le plus grand nombre étoit en effet des étoiles fixes. Il y diſtingua le ſatellite découvert par Huygens ; ce ſatellite ſeul devoit avoir un mouvement propre ; cependant une autre étoile parut ſe mouvoir ſenſiblement ; c'étoit donc une nouvelle planete & un ſecond ſatellite. Il douta quelque

(*a*) Wurtzelbaut, muni de bons inſtrumens, a fait voir que la latitude de Nuremberg n'avoit point changé depuis deux cens ans ; il l'a retrouvée préciſément telle que Valtherus l'avoit établie. *Tranſ. phil.* 1697, N°. 190.

(*b*) Mémoires de l'Acad. des Scien. T. X, p. 246.

(*c*) *Ibid.* p. 373.
Tranſ. philoſ. 1671, N°. 78.

(*d*) Caſſini, Découverte de deux nouvelles planetes autour de Saturne, p. 5.

tems, & continua ſes obſervations les jours ſuivans. Enfin le 6 Novembre le mouvement de la petite étoile ne fut plus équivoque ; ſa joie fut grande, il étoit digne de l'honneur des découvertes : il conſigna celle-ci ſur les regiſtres de l'obſervatoire, & il en rendit graces à l'auteur de la nature. Ce phénomène étoit une nouvelle tâche impoſée ; l'aſtre nouveau enveloppoit Saturne par ſon cours, il avoit un mouvement & une révolution qu'il falloit ſuivre & connoître. La révolution du ſatellite découvert par Huygens eſt de 16 jours ; celle de ce nouveau ſatellite eſt environ de 80 jours : celui-ci accompagne auſſi Saturne, mais à une plus grande diſtance ; il met plus de tems à faire ſon cours, parce qu'il a une orbite plus vaſte. Ce ſatellite étoit petit & foible de lumiere, il fut découvert avec une lunette de dix-ſept pieds : mais le clair de lune, un peu moins de tranſparence dans l'atmoſphere ſuffiſoient pour empêcher de le voir ; il fallut le ſuivre avec une lunette de trente-cinq pieds ; encore le ſatellite échappoit-il quelquefois. Ce ne fut pas trop d'une année pour déterminer à travers ces difficultés une révolution de près de trois mois ; & l'aſſiduité de Dominique Caſſini lui valut encore, le 25 Décembre 1672 (*a*), la découverte d'un troiſieme ſatellite de Saturne. Celui-ci s'éloigne bien moins de la planete que les deux autres ; il la ſerre de plus près dans une orbite peu étendue qu'il parcourt en quatre jours & demi. Voilà donc trois orbes décrits autour de Saturne, le premier en 80 jours, le ſecond en 16 jours, le troiſieme en 4 jours & demi. D'aſſez grands eſpaces ſéparent ces orbites, mais on n'auroit pas cru que le plus petit de ces eſpaces, celui qui eſt compris entre Saturne & le plus proche de ſes ſatellites, fût celui qui devoit

(*a*) Caſſini, Découverte de deux nouvelles planetes autour de Saturne, p. 9.

renfermer

renfermer d'autres orbes & d'autres mondes. Dominique Caſſini s'en aſſura au mois de Mars 1684; il lui fallut à la vérité des lunettes de cent, cent trente-ſix pieds: mais il découvrit deux nouvelles planetes, plus petites encore que les trois autres, qui circuloient comme elles autour de Saturne, l'une en 2 jours 18 heures, l'autre en 1 jour 21 heures ſeulement (*a*). Saturne a donc cinq ſatellites, ou cinq lunes ſemblables à la nôtre; celui qui a été découvert par Huygens eſt le quatrieme dans l'ordre de diſtance, à compter de la planete; les quatre autres appartiennent à Dominique Caſſini, ce ſont ſes conquêtes. Ces découvertes ſont le fruit de l'application & de l'aſſiduité de l'obſervation; elles ſont auſſi le produit du progrès des arts & de la perfection des inſtrumens. L'invention des lunettes ouvrit les champs du ciel, Galilée y fit la premiere moiſſon, mais les inſtrumens n'étoient pas aſſez perfectionnés. On n'auroit pas été plus loin, ſi l'art ne s'étoit pas lui-même avancé, ſi Huygens, Hévélius & ſur-tout Campani n'euſſent donné à l'aſtronomie d'excellens objectifs de cent & de cent cinquante pieds de foyer qui aggrandirent les eſpaces permis à la vue humaine. Nous ignorons ſi le ciel n'a pas encore des merveilles cachées, d'autres découvertes ſont peut-être réſervées à d'autres progrès du même art. Caſſini, entouré des merveilles du regne de Louis XIV, touché de la grandeur de ce prince & de la protection qu'il accordoit aux ſciences, ſe propoſa l'exemple de Galilée, qui avoit donné aux ſatellites de Jupiter le nom *d'aſtres de Médicis*, & voulut que ceux de Saturne portaſſent le nom d'*aſtres de Louis* (*b*). Il déſiroit imprimer la gloire du Roi ſur des monumens plus durables que le bronze; mais ces apothéoſes, où la flatterie eſt toujours ſoupçonnée, ſont rarement confirmées par

(*a*) Mém. Acad. Scien. T. X, p. 487. (*b*) *Ibid.* p. 494.

la poſtérité ; Louis perdit ſes aſtres, comme Médicis avoit perdu les ſiens.

§. X.

Les révolutions de ces cinq ſatellites, comparées à leur diſtance au centre de la planete, c'eſt-à-dire, aux demi-diametres de leurs orbes, ſont ce qu'elles doivent être pour ſuivre la loi établie par Képler. Ces révolutions ſont comme les racines quarrées des cubes de ces diſtances (*a*) ; c'eſt une preuve de la légitimité de cette loi. Ainſi la vérité ſe manifeſte : les auteurs des ſyſtêmes haſardés perdent tous les jours quelque choſe ; la nature, en ſe développant, confirme tous les jours les vérités enſeignées, & la gloire de leurs auteurs croît avec les âges. Depuis Dominique Caſſini on n'a point ajouté au nombre des planetes ; notre ſyſtême, dont le ſoleil fait le centre, eſt compoſé de ſix planetes principales, qui avec notre ſatellite ſont les ſept planetes des anciens, & de neuf ſatellites dont Galilée, Huygens & Caſſini nous ont enrichis. Il y a donc, outre le ſoleil, qui eſt le principe de la chaleur & de la lumiere, ſix planetes principales, & dix ſatellites qui reçoivent de lui cette chaleur & cette lumiere. C'eſt donc à tort que l'ingénieux Huygens avoit cru que ſon ſatellite de Saturne complettoit notre ſyſtême, parce que le nombre des ſatellites devenoit égal au nombre des planetes (*b*) : ces raiſons de convenance ſont toujours illuſoires ; ce ſont les convenances de nos vues petites & bornées, & non celles de la nature.

§. XI.

Le premier des ſatellites de Saturne découvert par Caſſini,

(*a*) Mém. Acad. Scien. T. X, p. 492. (*b*) *Suprà*, p. 231.

le plus éloigné de tous préſenta un phénomène particulier & extraordinaire : ces ſatellites ſont difficiles à appercevoir, il faut un ciel ſerein & de forts inſtrumens ; mais en réuniſſant toutes ces circonſtances, le cinquieme échappe encore quelquefois à la vue. Ces diſparitions, qui ſemblent tenir à ſa propre nature, furent ſuivies avec ſoin, il falloit en connoître la loi & la cauſe. On s'aſſura que la lumiere du ſatellite avoit réellement une période d'augmentation & de diminution ; il étoit toujours viſible, lorſqu'il ſe trouvoit à l'occident de la planete, mais lorſqu'il s'éloignoit à l'orient, il devenoit inviſible, comme s'il fût entré dans une ombre ou dans un nuage (*a*). Ce n'étoit point que cette petite planete s'éloignât de nos yeux ; quand elle s'éloigneroit inégalement de Saturne, cette variation de diſtance ſeroit preſque inſenſible pour nous & ne pourroit produire aucun affoibliſſement de lumiere. Ce ne ſont point non plus des phaſes qui ſont la cauſe de ces changemens ; à la diſtance où Saturne eſt du Soleil & de nous, nous voyons toujours cette planete entierement éclairée, avec un diſque plein, & ſi nos lunettes étoient aſſez fortes pour diſtinguer les diſques de ces petits ſatellites, nous les verrions comme elle, toujours pleins & ſans diminution de clarté. Les anciens ſe ſeroient tirés de ces difficultés, en ſuppoſant à l'orient de Saturne un fluide plus épais & plus denſe, qui auroit couvert & fait diſparoître le ſatellite. Ces erreurs & ces ſuppoſitions commodes étoient tombées avec l'ancienne philoſophie ; il ne

(*a*) Il eſt arrivé cependant quelquefois, mais très-rarement, que ce ſatellite a été viſible dans toute l'étendue de ſon orbite. Il a été viſible depuis le mois de Septembre 1705 juſqu'au mois de Janvier 1706, tant dans la partie occidentale où il a toujours été viſible, que dans la partie orientale où il avoit coutume de diſparoître (*Mémoires Acad. Scien.* 1707, p. 296) ; ce qui prouve combien il faut de circonſpection & de tems pour établir les regles générales. Il fut viſible avec des inſtrumens plus forts qui ſuppléoient à la lumiere affoiblie. Ce fait ne change rien à tout ce qui eſt établi ici. L'affoibliſſement de lumiere eſt réel, & cet affoibliſſement ne peut être produit que par des taches.

reſte qu'une hypothèſe naturelle que Caſſini fut forcé d'adopter; c'eſt que le ſatellite a un hémiſphere qui nous renvoie moins de lumiere que l'autre : cette lumiere diminuée eſt trop foible pour frapper l'organe, & le ſatellite ceſſe d'être viſible.

§. XII.

CETTE explication vraiſemblable tient de bien près ſans doute à la vérité, mais elle ne ſuffit pas pour rendre raiſon du phénomène. Le ſatellite diſparoît toujours dans la partie orientale de ſon orbite ; ce phénomène dépend donc de ſon mouvement & de ſa révolution : mais pour en développer la cauſe préſumée, il faut ſe rappeler ce que nous avons dit, en développant la viciſſitude des ſaiſons dans le ſyſtême de Copernic (*a*). Il réſulte du paralléliſme de l'axe de la terre que toutes ſes parties ſont conſtamment dirigées vers les mêmes points du ciel ; & il réſulte de ſon mouvement autour du ſoleil, qu'elle lui préſente ſucceſſivement ſes deux hémiſpheres; ſans le mouvement diurne, un de ſes hémiſpheres jouiroit pendant ſix mois, ou pendant une demi-révolution, de la préſence du ſoleil, tandis que l'autre hémiſphere en ſeroit privé. Tout corps qui circule autour d'un autre eſt dans le même cas; il lui préſente ſucceſſivement ſes deux hémiſpheres. Dominique Caſſini appliqua ces conſidérations à la lune dont les apparences ſont contraires ; elle circule autour de nous, & elle ne nous laiſſe voir qu'une de ſes faces. Il apperçut avec la ſagacité qui lui étoit propre, qu'il devoit y avoir dans le globe de la lune un mouvement inobſervé, qui détruiſoit à notre égard l'effet de ſon mouvement de tranſlation autour de nous. Caſſini fit comme Képler, qui devina la rotation du ſoleil ; il

(*a*) *Suprà*, Tome I, p. 352.

devina celle de la lune (*a*) : ſon génie lui démontra que puiſque la lune nous offre toujours le même hémiſphere & les mêmes apparences, il faut qu'elle tourne ſur ſon axe, & dans un tems égal à celui de ſa révolution autour de la terre. En effet il réſulte de cette égalité ſuppoſée, & des deux mouvemens contraires, qu'à meſure que la lune chemine dans ſon orbe, & tend par ce mouvement à nous laiſſer voir de nouvelles parties de ſon globe, le mouvement de rotation retire ces parties, & la même face nous reſte. Ces deux mouvemens s'exécutent avec tant d'accord, que dans l'orbite chaque pas qui tend à nous faire voir une portion nouvelle de la lune, eſt accompagné d'un petit mouvement ſur ſon centre, pour nous conſerver la même apparence. Caſſini y trouva la vraie cauſe de la libration de la lune en longitude (*b*), cette cauſe dont Hévélius avoit approché ſans la voir. Si la lune s'avançoit uniformément, ſi ſes mouvemens étoient égaux, il n'y auroit point de libration à cet égard. Mais elle marche avec inégalité, & d'un pas tantôt plus, tantôt moins vîte que ſon pas moyen ; le mouvement de révolution ſur l'axe eſt toujours le même. Quand le centre de la lune va d'un mouvement plus prompt que le mouvement de rotation, elle nous découvre vers le bord oriental, quelques régions auparavant inviſibles, qui diſparoiſſent lorſque la planete revient à ſon mouvement moyen. Lorſqu'au contraire elle va moins vîte que ſa rotation, ce retard doit nous faire appercevoir vers le bord occidental, des parties qui ceſſent également de ſe montrer, quand le moyen mouvement ſe rétablit. Cette égalité de la rotation & de la révolution de la lune eſt un phénomène extraordinaire, ſur-tout en conſidérant combien il eſt rare que la nature

(*a*) J. Caſſini, *Elem. d'aſtr.* p. 256. (*b*) En 1675.

ſe copie, & qu'elle donne à pluſieurs de ſes œuvres la même grandeur ou la même durée ; mais ce n'eſt pas à nous à preſcrire, ou à exclure ſes reſſemblances, elle nous donne les faits pour que nous les admettions ſans réſerve. Juſqu'ici aucune obſervation n'a pu joindre ſa lumiere à celle de la raiſon, pour nous aſſurer de l'égalité des deux mouvemens de la lune, mais la raiſon ſuffit ; elle nous montre un phénomène néceſſaire, & dès que ce phénomène n'exiſte pas, il faut bien qu'il ſoit détruit par un phénomène égal & contraire. Quand la raiſon eſt ſuffiſamment éclairée, elle n'a pas beſoin du témoignage des yeux, & par la vue de l'eſprit nous voyons la lune tourner ſur ſon axe, comme nous voyons la terre tourner tous les jours ſur elle-même, quoiqu'elle ſoit immobile pour nos ſens.

§. XIII.

Cette théorie du ſatellite de la terre étoit celle du ſatellite de Saturne : ſi ce ſatellite n'a point de rotation autour de ſon axe, il doit, dans ſes révolutions, préſenter ſucceſſivement ſes différens hémiſpheres à Saturne ; mais cet effet ne peut avoir lieu, ſans que le même hémiſphere ſoit toujours, & dans tous les tems dirigé au ſoleil (*a*). Ce ſeroit donc toujours la même face qui ſeroit éclairée & viſible pour nous ; il n'y auroit donc point de changement, ni de viciſſitudes, la lumiere demeureroit la même, & le ſatellite ne diſparoîtroit point. Mais puiſque le ſatellite diſparoît, c'eſt une preuve que ſa lumiere eſt variable ; cette lumiere ne varie & ne diminue que parce que des parties, qui abſorbent plus de lumiere, ſont offertes à

(*a*) *Voyez la figure* 20. Si le ſatellite, en tournant autour de Saturne placé au centre de ſon orbe, lui préſente alternativement ſes deux faces *a* & *b*, il ne peut le faire ſans que la même face *a* ſoit toujours tournée vers le ſoleil S & vers nous.

Digitized by Google

nos regards : & puiſque les mêmes parties ne ſont pas toujours expoſées au ſoleil, toujours éclairées, toujours viſibles pour nous, il s'enſuit qu'il y a dans le globe du ſatellite un mouvement qui lui eſt propre, qui les expoſe au ſoleil & à nous, & qui nous les retire. Ce mouvement ne peut être qu'une rotation du ſatellite ſur ſon axe, & le phénomène de ſa diſparition arrivant toujours dans le même point de ſon orbite, il y a lieu de croire que par une combinaiſon de durée ſemblable à celle qui a lieu pour la lune, le tems de la rotation de ce ſatellite eſt égal à celui de ſa révolution autour de Saturne. Cette découverte de Dominique Caſſini pourroit, avec moins de réſerve, nous conduire à une grande concluſion. Il ſembleroit que cette égalité tînt à l'eſſence des planetes ſecondaires ; on croiroit que la nature a lié ces mouvemens par des cauſes qui nous ſont cachées, & attaché le même hémiſphere à la vue de la planete. Mais deux exemples ſur dix ſatellites ne ſuffiſent pas pour en faire une loi générale ; les planetes ne ſont point aſſujetties à la même regle, elles qui ſont les ſatellites du ſoleil. Peut-être quelque jour aurons-nous des indices de la rotation des autres planetes ſecondaires ; il faut, pour prononcer avec certitude, demander des connoiſſances à l'avenir, & l'aſtronôme en revient toujours à attendre le tems.

§. XIV.

C'est un beau ſpectacle que celui des nuits de Jupiter, où l'on peut voir à la fois quatre lunes ſur un même horizon, mais ce ſpectacle n'eſt rien en comparaiſon de celui des nuits de Saturne. Cette planete a une lune de plus que Jupiter, & ſon anneau lumineux, ſuſpendu en voûte ſur la tête des habitans, eſt un phénomène unique dans la nature : ſemblable en quelque ſorte à notre voie lactée, il doit partager comme elle

le ciel, mais avec une clarté plus forte & plus égale ; il ſembleroit unir les deux extrémités de l'horizon par un pont de lumiere, ſi ſa continuité n'étoit pas interrompue par l'ombre du globe de Saturne : cette ombre éclipſe une partie de cet anneau, où elle va porter la nuit (*a*). Les partiſans des cauſes finales n'ont pas manqué de dire que tant de ſurfaces réfléchiſſantes étoient deſtinées à multiplier la lumiere ſur le globe de Saturne, & à le conſoler de ſon éloignement, en compenſant par l'illumination des nuits ce que cet éloignement fait perdre aux jours. Mais ces ſurfaces d'où réjaillit tant de lumiere, ne renvoient point de chaleur, qui ſur le globe de Saturne doit être médiocre comme la clarté : on ſait que la lumiere de la Lune ne brûle, ni n'échauffe ſenſiblement, même en uniſſant beaucoup de rayons dans un petit eſpace (*b*). La nature auroit donc plus ſongé à éclairer les Habitans de Saturne qu'à les échauffer, tandis que le globe de Mercure reçoit à la fois & des flots de lumiere & des rayons brûlans.

§. XV.

Auzout imagina le moyen d'illuminer un objet ſuivant une proportion connue, & à volonté ; il ſe ſervit d'un objectif pour réunir à ſon foyer tous les rayons tombés ſur ſa ſurface : ces rayons étoient reſſerrés dans un petit eſpace ; la lumiere avoit donc plus de force & d'éclat, la chaleur étoit plus grande que celle des rayons ſéparés. Auzout couvroit cet objectif de cercles de carton de différentes ouvertures, qui diminuoient à volonté

(*a*) Cet anneau a 64000 lieues de diametre & 9000 de largeur. M. de la Lande, *Aſtr.* art. 3243.

(*b*) La Hire le fils raſſembla au foyer d'un miroir ardent de treote-einq pouces de diametre les rayons de la lune. Ces rayoos occupoient un eſpace trois cent ſix fois plus petit que la ſurface de ce miroir, c'eſt-à-dire, que l'intenſité de la lumiere y étoit trois cent ſix fois plus grande, ces rayons ſe etoiſoient ; cependant ils n'exciterent aucune chaleur ſenſible dans la boule d'un thermometre de deux pouces de diametre. *Mém. Acad. Scien.* 1705, p. 346.

l'étendue

l'étendue de l'objectif & la quantité de lumiere ; enſuite pour connoître ce qui ſe paſſe ſur les planetes proches ou éloignées du ſoleil, il augmentoit ou il diminuoit cette ouverture, à proportion de ce que la diſtance de la planete étoit plus petite ou plus grande. Saturne eſt environ dix fois plus loin que nous du Soleil ; on ſait que tout égal d'ailleurs, la quantité des rayons, la lumiere & la chaleur qui en dépendent, croiſſent comme le quarré de la diſtance diminue. Saturne a donc cent fois moins de lumiere & de chaleur que nous. La diſtance de Mercure eſt à celle de la terre comme 2 eſt à 5 ; la lumiere, la chaleur qu'il reçoit, comparées à celles que nous recevons, ſont donc comme 25 à 4, ou environ ſix fois plus grandes. Auzout, reſſerrant ou augmentant l'ouverture de ſon objectif relativement aux diſtances des trois planetes, pour qu'il reçût des quantités de rayons égales à celles qui tombent ſur les globes de ces planetes, s'aſſura que malgré l'énorme diſtance de Saturne, le jour y eſt plus grand qu'il n'eſt ſur la terre, lorſque le ciel eſt couvert de ſes nuées & de ſes voiles. Ces jours nuageux & ſombres nous paroiſſent triſtes ; mais il faut nous ſouvenir que ſi Saturne eſt peuplé, ſes habitans n'en connoiſſent point d'autres. Ce n'eſt ni le plus ni le moins, ce n'eſt pas la privation même, c'eſt la comparaiſon qui nous afflige ; on n'eſt pauvre qu'à côté des riches. Quant à la chaleur, Auzout éprouva qu'il falloit une chaleur cinquante fois plus grande que celle que l'on éprouve à Paris pour brûler les corps noirs, qui ne perdent rien de ce qu'ils reçoivent, & qui s'imbibent de tous les rayons ; il faut une chaleur encore neuf fois plus grande (*a*), c'eſt-à-dire 450 fois au-deſſus de la nôtre, pour brûler les corps blancs, qui ne ſont éclatans que parce qu'ils

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. VII, Part. II, p. 52.

ſe privent de la lumiere pour nous la renvoyer preſque toute. Le globe de Mercure, placé ſi près du foyer, ne reçoit cependant que ſix fois plus de chaleur que nous ; il lui en faudroit cinquante fois plus, il auroit beſoin d'une chaleur huit fois plus grande que la ſienne, pour la combuſtion des corps noirs : ces corps, encore moins les corps blancs, ne peuvent donc s'y enflammer. Cette chaleur, meſurée ſur nos ſenſations, peut cependant nous paroître énorme ; mais il faut ſe ſouvenir que les choſes aſſemblées par la nature, ſont toujours dans les proportions convenables : & indépendamment des cauſes phyſiques, qui peuvent modifier cette température, ſi Dieu a placé des habitans ſur le globe de Mercure, il a proportionné les êtres à leur demeure, & il les a faits d'une complexion propre à y vivre. Ces expériences d'Auzout n'ont pas toute l'exactitude qu'on peut leur demander ; mais elles ſont ingénieuſes : elles ont ſervi d'exemples aux recherches du même genre, & elles fourniſſent un module pour la lumiere.

§. XVI.

La recherche & l'obſervation ſuivie des ſatellites de Saturne valut encore à Dominique Caſſini pluſieurs découvertes. Lorſque cette planete ſortit des rayons du Soleil dans l'année 1675, elle ſe montra avec une bande obſcure, ſemblable à celles de Jupiter, & étendue d'orient en occident, ſelon la longueur de l'anneau. Cette bande étoit l'ombre que l'opacité de l'anneau jette ſur la planete ; mais cet anneau offrit un autre phénomène dans ſa largeur, partagée par une ligne obſcure, qui la diviſoit en deux parties égales. Il en réſulte que l'anneau eſt double ou, compoſé de deux parties ſéparées ; cette apparence a été nommée *la duplication de l'anneau*. Mais ces deux parties, ces deux anneaux, l'un extérieur, l'autre

intérieur, n'avoient pas la même clarté ; l'extérieur étoit le plus obſcur, il y avoit entr'eux la même différence qu'entre l'argent mat & l'argent bruni. On ſe rappela que dans l'année 1671, lorſque les anſes de Saturne étoient prêtes à diſparoître, elles ſe raccourcirent d'abord, ſans doute parce que les extrémités formées ſeulement de l'anneau extérieur plus obſcur, diſparurent avant les parties du milieu, où l'anneau a ſes deux zônes, dont l'une eſt plus éclairée (*a*).

Ce n'eſt pas tout ce que Dominique Caſſini vit ſur Saturne, il apperçut des bandes qui n'étoient point l'ombre de l'anneau; bandes à peu près ſemblables à celles de Jupiter, mais moins apparentes. La couleur obſcure de ces taches ne tranche pas aſſez ſur la ſurface, médiocrement lumineuſe de la planete, pour qu'elles puiſſent ſervir à découvrir ſa rotation. Ces bandes étoient parallèles à l'anneau, avec peu de courbure : cependant, en conſéquence de l'élévation de l'œil ſur leur plan, au moment de l'obſervation, elles auroient dû avoir une courbure elliptique, ſi elles avoient été attachées au globe de Saturne, puiſque tous les cercles d'un globe, vus obliquement, ſe préſentent ſous la forme d'une ellipſe : mais elles n'avoient pas cette forme, elles étoient donc hors du globe ; c'eſt la concluſion de J. Caſſini, lorſqu'après ſon pere il revit les bandes en 1715. Il faut qu'elles ſoient ſuſpendues au-deſſus de la ſurface de Saturne, & qu'elles l'enveloppent comme ſon anneau (*b*). On voit comment de legers indices conduiſent à des découvertes, & quel empire a la raiſon qui double ſes connoiſſances par des concluſions juſtes & hardies ! J. Caſſini penſa que ces bandes obſcures pouvoient être des nuages, moins propres que

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. X, p. 404. Tranſact. philoſ. 1676, N° 128.

(*b*) J. Caſſini, *Elémens d'aſtronomie*, pag. 337. Mém. Acad. Scien. 1713, p. 41.

des parties ſolides à réfléchir la lumiere, & qui étoient portés dans une atmoſphere qu'on fut obligé d'étendre depuis le globe de Saturne juſqu'à ſon anneau. Mais ces bandes ont été vues, & à la même place, en 1675, en 1683, en 1696, & en 1715; il eſt bien peu vraiſemblable que des nuages ſoient ſtagnans dans une atmoſphere, & qu'après des interruptions, ſoit de leur exiſtence, ſoit ſeulement de l'obſervation, ils ſe retrouvent préciſément au même lieu, au bout de vingt & de quarante années. Ne vaudroit-il pas mieux ſuppoſer que ce ſont des anneaux, ſemblables à celui qui eſt bien conſtaté, mais d'une nature qui abſorbe plus de rayons ? On a beſoin de lunettes plus fortes pour diſtinguer ces bandes ou ces anneaux, & ſi on ne les voit pas toujours, c'eſt que la moindre altération dans la tranſparence de l'atmoſphere ſuffit pour les dérober à la vue.

§. XVII.

Au reſte ces taches continues ne furent pas ſi utiles que l'avoient été les taches iſolées de Jupiter ; l'apparence des bandes de Saturne étant toujours la même, lorſqu'on pouvoit les voir, ne peut indiquer aucun mouvement. Ces bandes ne nous ont rien appris ſur la rotation de la planete : au défaut de pouvoir dire ce qui eſt, on a prononcé ſur ce qui n'eſt pas; & cette méthode d'excluſion, en nous épargnant des idées fauſſes, reſſerre les limites de notre incertitude, ou, diſons-le, de notre ignorance, & nous approche réellement de la vérité inconnue. Ces excluſions ne purent être fondées que ſur des ſuppoſitions, à cauſe du double corps de Saturne & de ſon anneau. Si Saturne ſe meut ſur un axe, en entraînant avec lui ſon anneau, il eſt évident que cet axe doit être perpendiculaire à l'anneau, & le mouvement de rotation dans le

plan de cet anneau ; car ſi l'axe étoit, par exemple, dans ce plan, & que la rotation fût perpendiculaire, l'anneau, dans une durée de cette révolution, nous offriroit toutes ſes phaſes, nous le verrions entourer le diſque de Saturne comme une zône circulaire, mais ſéparée ; enſuite il diſparoîtroit en nous offrant ſa mince épaiſſeur, après avoir paſſé par toutes les phaſes intermédiaires. Mais comme la diſparition de l'anneau & la ſucceſſion de quelques-unes de ſes phaſes n'a lieu qu'en vertu du mouvement de Saturne autour du Soleil, il s'enſuit que ſi l'anneau ſe meut avec Saturne, la rotation s'accomplit dans le plan de l'anneau & des bandes qui lui ſont parallèles. Si Saturne ſe meut ſeul, ce qui paroîtra peut-être peu vraiſemblable, alors il peut tourner dans tous les ſens ; nous n'avons point de priſe ſur ce mouvement, & il nous reſtera inconnu, juſqu'à ce que des inſtrumens plus forts nous permettent d'appercevoir avec plus de diſtinction les détails & les taches de ſon diſque.

§. XVIII.

Tant de découvertes dans le ſyſtême de Saturne, tant de vérités connues furent cependant mêlées à quelques erreurs : une de ces vérités étoit l'explication ingénieuſe qu'Huygens avoit donnée des apparences de l'anneau ; cependant on oſa propoſer une autre hypothèſe. Depuis que Caſſini avoit donné quatre ſatellites de plus à l'univers, on ſe familiariſoit avec les ſatellites ; nous en poſſédions dix, au lieu d'un qu'on avoit autrefois. On voyoit bien que les parties de l'anneau étoient ſolides comme celles du globe de Saturne, puiſque les unes & les autres étoient également propres à réfléchir la lumière On n'alla point juſqu'à nier cette ſolidité, mais on la crut formée de ſatellites ſerrés les uns contre les autres ; & à cauſe de la

duplication de l'anneau qui étoit bien aſſurée, il fallut ſuppoſer deux bandes, ou deux ordres de ſatellites également placés ſans interruption. Nous ne voyons pas qu'un anneau ſolide & continu fût plus difficile à concevoir que cette armée de ſatellites, marchant ſur deux colonnes, avec une diſcipline admirable, & ſans qu'un ſeul s'écartât jamais des autres. On s'étonnoit que cet anneau iſolé, ſans doute ſolide & peſant, pût ſe ſoutenir ainſi ſuſpendu & ſubſiſter ſans appui, mais la Lune ſe ſoutient ſans tomber ſur la Terre, les ſatellites de Jupiter & de Saturne roulent également autour de leurs planetes, un anneau continu peut ſubſiſter comme eux. C'eſt toujours le paſſage d'une idée à l'autre qui eſt difficile; le plus grand mérite de l'eſprit eſt celui des applications: faute de ſaiſir cette analogie & d'éclairer un fait par un autre, on échappoit à une idée vraie pour une idée abſurde. Dominique Caſſini n'adopta point l'erreur de ce ſyſtême, il regardoit l'explication de Huygens comme démontrée (*a*). Mais ce qui doit étonner, c'eſt que l'hypothèſe des ſatellites ſerrés en forme d'anneau ait reparu en 1715 (*b*): elle a même été renouvelée depuis. Tout ce qui n'eſt pas ſuſceptible de démonſtrations mathématiques, éprouve des difficultés; les idées les plus ingénieuſes ſont combattues; la vérité nous eſt toujours étrangere, il faut qu'elle ait le tems de ſe naturaliſer.

C'eſt à peu près à cette époque que Dominique Caſſini traça les progrès de l'aſtronomie, dans un écrit où il traite de ſon origine & de ſon antiquité (*c*): ce morceau eſt précieux; on aime à voir un homme de génie planer ainſi ſur une longue

(*a*) Mém. Acad. Scien. Tom. X, p. 448.

(*b*) *Ibid.* 1715, p. 14.

(*c*) Caſſini, de l'origine & du progrès de l'aſtronomie, *Mém. Acad. Sc.* Tom. VIII. Nous croyons que cet ouvrage a été compoſé depuis la découverte des derniers ſatellites de Saturne, parce que Domin. Caſſini en parle, & avant qu'il ſe fût aſſuré de la lumiere zodiacale, parce qu'il n'en parle pas.

Digitized by Google

carriere, & montrer les pas de l'eſprit humain. Dominique Caſſini s'arrêta bientôt, cette hiſtoire de la ſcience n'auroit été que la ſienne; & il eſt très-remarquable que décrivant les travaux de l'Académie auxquels il avoit tant de part, parlant des découvertes que lui-même & lui-ſeul avoit faites, il ne s'eſt jamais nommé, il dit toujours *on a vu*, *on a imaginé*; & avec une occaſion naturelle & répétée de parler de lui, cette modeſtie qui lui fait tant d'honneur, eſt une belle leçon!

§. XIX.

Des ſix planetes qui tournent autour du ſoleil, il en eſt donc trois qui ſont accompagnées de ſatellites; l'analogie portoit à croire que les autres n'en étoient pas privées, mais l'obſervation dément l'analogie. D. Caſſini, en 1670, après avoir long-tems cherché & promené ſes regards autour de Vénus & de Mars, s'aſſura que ces planetes n'avoient pas de ſatellites, du moins dont la grandeur & la ſurface fuſſent propres à nous renvoyer conſtamment une lumiere ſenſible (*a*). Mercure eſt toujours trop près du Soleil, trop enveloppé de ſes rayons, pour permettre cet examen; mais quant à Vénus, il eſt encore douteux ſi elle a un ſatellite. Le 25 Janvier 1672, D. Caſſini, obſervant Vénus, vit depuis 6 heures 52 minutes du matin juſqu'à 7 heures 2 minutes une lumiere, qui avoit la même phaſe que la planete; c'étoit alors un croiſſant. Il eſt certain que ſi Vénus avoit un ſatellite, nous les verrions l'un & l'autre avec la même phaſe; ces deux aſtres ſeroient trop près pour que de la diſtance où nous en ſommes, ils ne paruſſent pas ſemblablement placés à l'égard du Soleil, & ſemblablement éclairés par ſa lumiere. Dominique Caſſini revit cette apparence le 28 Août

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. X, p. 407.

1686, le matin pendant un quart d'heure; elle avoit un diametre qui étoit environ le quart de celui de Vénus; elle montroit encore la même phaſe, mais avec une lumiere plus foible, qui diſparut bientôt dans la clarté du jour naiſſant. Cet homme, accoutumé aux découvertes, n'en étoit pas devenu moins circonſpect; cependant, après ces deux obſervations il ne put s'empêcher de douter ſi cette apparence ne ſeroit point celle d'un ſatellite de Vénus, qui ſeroit moins propre qu'elle à réfléchir la lumiere, & qui auroit à peu près la même proportion avec Vénus que la Lune avec la Terre (a). Ce ſatellite a été inviſible pendant cinquante-quatre ans; Caſſini ne l'a point revu lui-même, quoiqu'il l'ait cherché; Bianchini ne l'a point trouvé non plus avec des verres de cent pieds, & dans un climat favorable à de pareilles recherches. Mais M. Schort, Anglois, auſſi habile à conſtruire les téleſcopes qu'à s'en ſervir pour les obſervations aſtronomiques, revit ce ſatellite, ou du moins cette apparence le 3 Novembre 1740; les circonſtances en ſont intéreſſantes. Il ſe ſervit d'abord d'un téleſcope qui groſſiſſoit cinquante ou ſoixante fois, & il apperçut une petite étoile fort proche de Vénus; alors ayant adapté à ſon téleſcope un plus fort oculaire & un micrometre, il trouva que l'étoile étoit éloignée de Vénus de 10 minutes 11 ſecondes. Le ciel étoit fort ſerein; il prit des téleſcopes qui groſſiſſoient cent quarante & deux cent quarante fois, & il vit avec une agréable ſurpriſe que l'étoile avoit une phaſe & la même phaſe que Vénus; elle avoit un diametre qui n'étoit pas le tiers de celui de la planete, une lumiere moins vive, mais bien terminée. M. Schort conſidéra ce phénomène à différentes repriſes & avec différens inſtrumens

(a) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. VIII, p. 245.

pendant

pendant l'eſpace d'une heure, juſqu'à ce que la lumiere du jour vînt le lui ravir (*a*).

§. XX.

En 1761 M. Montagne à Limoges a revu le même phénomène (*b*). Malgré ces apparitions répétées, les aſtronômes doutent encore de l'exiſtence de ce ſatellite qu'on ne peut trouver en le cherchant, & qui n'a jamais été offert que par le haſard; pluſieurs ſont portés à croire que c'eſt une illuſion optique (*c*). Cependant cette apparence a été revue trois fois par deux habiles obſervateurs, & ſur-tout par Dominique Caſſini, dont le nom eſt d'un grand poids, & qui par l'habitude de l'obſervation devoit être difficile à tromper. M. Schort, qui l'a vue pendant une heure, a sûrement varié pluſieurs fois la poſition de ſon inſtrument, il s'eſt ſervi de pluſieurs téleſcopes d'ouverture & de forces différentes; il eſt bien étonnant que l'illuſion ait été la même. Toutes ces raiſons doivent nous faire ſuſpendre notre jugement : on ne peut ni affirmer, ni nier ſon exiſtence; mais en attendant ces éclairciſſemens de l'avenir, ce ſatellite, s'il exiſte, n'eſt point une richeſſe acquiſe à notre ſyſtême; on ne poſſede point ce qu'on n'eſt pas maître de retrouver (*d*).

Quand on a connu cette diviſion des planetes, dont les unes ſont ſolitaires & les autres entourées de ſatellites, quand

(*a*) Tranſac. phil. 1741, N°. 459. Hiſt. Acad. Scien. 1741, p. 127.

(*b*) Fontana, Napolitain, en 1645 & 1646, a cru voir un ſatellite de Vénus ſur le diſque même de la planete. *Nova cœleſtium terreſtriumque rerum obſervationes.* Hiſt. de l'Acad. des Scien. 1762, p. 161.

(*c*) M. Hell. *Ephem.* pour 1766. M. Boſcovich, *Diſſert. d'opt.* M. de la Lande, *Aſtron.* art. 2999.

(*d*) M. de Mairan penſe que la cauſe de la difficulté qu'on éprouve à voir ce ſatellite, ſes longues diſparitions, le haſard qui nous le préſente, viennent de l'atmoſphere ſolaire dans lequel il eſt toujours plongé; & il croit que ſa ſurface moins étendue, moins propre que celle de Vénus à renvoyer la lumiere, ne nous en fait paſſer qu'une quantité trop affoiblie par la denſité de cet atmoſphere, & trop petite pour être toujours ſenſible. *Mémoires de l'Acad. des Scien.* 1741, p. 127.

on a vu qu'en partant du ſoleil, la terre jouiſſoit la premiere de cet avantage, & que les plus éloignées avoient un plus grand nombre de ces ſatellites, on a cru, nous l'avons dit, que ces petites planetes étoient deſtinées à compenſer la lumiere affoiblie par la diſtance du Soleil. Ces raiſons tendoient à exclure le ſatellite de Vénus (*a*); mais indépendamment de ce qu'elles ſont fondées ſur les deſſeins de Dieu & ſur les vues de la nature que nous ne connoiſſons pas, la phyſique ne peut pas plus les admettre que la philoſophie. Lorſque le ſoleil luit, ſa lumiere, malgré la diſtance, eſt encore trop forte pour laiſſer appercevoir celle de ces ſatellites, ou du moins pour qu'elle ſoit utile; ils ſont donc pendant le jour comme s'ils n'exiſtoient pas. La nuit eſt ſans doute plus claire avec un plus grand nombre de lunes, mais les ténebres, la nuit ſont relatives; l'organe de la vue ou eſt formé exprès, ou ſe modifie à la longue conformément au degré de lumiere qu'il reçoit. Si les habitans de ces planetes reçoivent pendant le jour une lumiere plus foible que la nôtre, une obſcurité proportionnée leur conviendra également; & dans une nuit qui ſeroit profonde pour nous, ils verront au moins auſſi-bien que nous voyons pendant les nôtres. Toutes ces raiſons tirées des cauſes finales, ſont inventées après coup ſur les faits connus, & l'on auroit imaginé auſſi facilement des raiſons oppoſées pour des faits contraires. Si l'on découvroit, par exemple, que Mercure a neuf ou dix ſatellites, on diroit que jouiſſant pendant le jour d'une lumiere très-vive, cette planete a beſoin d'être fort éclairée pendant la nuit, parce que les yeux des habitans ne pourroient jamais s'ouvrir aſſez dans l'obſcurité, pour y recueillir une lumiere qui ſuffiſe à les conduire. Cette

(*a*) Hiſtoire de l'Acad. des Sciences, 1741, p. 127.

raiſon ſeroit bien auſſi bonne que l'autre, mais ſoyons contens quand nous pouvons nous aſſurer de l'exiſtence des choſes; les raiſons de l'exiſtence ſont inacceſſibles.

§. XXI.

Nous revenons aux tems que nous avons quittés, & à Dominique Caſſini, à qui les phénomènes inconnus du ciel ſembloient réſervés. En 1683 il apperçut une lumiere entiérement nouvelle; nous ne diſons point qu'elle n'eût pas été vue par les anciens & par quelques modernes, mais elle n'avoit été ni remarquée, ni ſuivie. Ce n'eſt pas voir que de voir à la fois ou de ſuite une infinité de choſes; préſentes enſemble, elles ſe nuiſent; ſucceſſives, elles s'effacent, on les oublie après les avoir apperçues: & quand l'obſervation les iſole, elles paroiſſent tout-à-fait nouvelles. Le 18 Mars 1683, Dominique Caſſini découvrit le ſoir vers l'horizon, & au lieu même où le ſoleil s'étoit couché, une lumiere ſemblable à celle qui blanchit la voie lactée; elle étoit plus claire & plus éclatante dans ſon milieu, plus foible vers ſes extrémités, elle s'étendoit obliquement dans le ſens du zodiaque & couvroit les ſignes où le ſoleil devoit entrer pour commencer le printems. Elle reſſembloit encore à la queue d'une comete: auſſi lumineuſe, mais auſſi rare, elle laiſſoit voir les plus petites étoiles à travers ſa clarté; cette apparence étoit ſeulement plus large. Les queues des cometes ne paſſent guères un degré de largeur, cette lumiere en avoit dix à douze; ſa figure étoit celle d'un demi-fuſeau ou d'une pyramide, appuyée ſur l'horizon, & atteignant par ſon ſommet aigu juſqu'aux pleïades & aux étoiles du Taureau. La lumiere nouvelle ſe coucha avec ces étoiles; elle reparut les jours ſuivans, elle ſembla même s'avancer le long de l'écliptique, & précéder le ſoleil qui s'y

avançoit lui-même. Dominique Caſſini conjectura d'abord qu'elle étoit attachée à cet aſtre, & que ſi le jour cet aſtre n'avoit pas des rayons, qui défendent à toute autre lumiere de ſe montrer, on verroit qu'elle l'environne, & qu'elle lui forme une eſpece de chevelure (*a*).

Caſſini ſe rappela d'avoir vu quelque choſe de ſemblable lorſqu'il étoit à Bologne dans l'année 1668 : il vouloit ſavoir ſi ce phénomène étoit conſtant ou accidentel ; il chercha dans les anciens, & il y trouva des deſcriptions qui lui parurent faites d'après cette lumiere. Mais le témoignage le plus poſitif fut celui de Childrey, Anglois, qui en avoit vu & très-bien décrit l'apparence (*b*) ; ſa remarque avoit été perdue ; on ne la connut pas, ou on la négligea ſans doute comme la deſcription d'un météore, ſemblable à ceux que le ſpectacle de l'air nous offre preſque tous les jours. On n'obſerve point les choſes qui paroiſſent tenir à ce que nous appelons haſard ; c'eſt ainſi que les Chaldéens négligerent les éclipſes de ſoleil, parce qu'ils ne ſavoient pas les prédire, parce que les bizarreries de la parallaxe firent croire qu'elles n'avoient point de regle (*c*). On ne fixe l'attention des hommes, on ne les engage au travail de ſuivre les faits, que lorſqu'on enchaîne ces faits aux phénomènes conſtans de l'univers.

§. XXII.

C'EST ce que fit Dominique Caſſini, en ſoupçonnant, en

(*a*) Mém Acad. Scien. T. X, p. 450.

(*b*) A la fin de ſon Hiſtoire naturelle d'Angleterre, écrite vers 1659. Voici le paſſage traduit par Dominique Caſſini : *au mois de Février, un peu avant & un peu après, j'ai obſervé pendant pluſieurs années conſécutives, vers les ſix heures du ſoir, & quand le crépuſcule a preſque quitté l'horizon, un chemin fort aiſé à remarquer, qui ſe darde du crépuſcule droit vers les pléïades, & qui ſemble les toucher.* Mém. Acad. Sc. T. VIII, p. 276.

(*c*) Hiſtoire de l'Aſtronomie ancienne, p. 381.

Digitized by Google

annonçant que cette lumiere étoit émanée du ſoleil ; elle devenoit auſſi conſtante que le jour & les cauſes mêmes qui la rendent moins fréquente, qui ſouvent nous la cachent, étoient un objet de curioſité. Caſſini avoit l'eſprit d'analogie, il eut bientôt remarqué que non ſeulement cette lumiere, qu'il nomma *zodiacale*, étoit toujours enfermée dans le zodiaque, mais encore qu'elle étoit inclinée à l'écliptique, comme l'équateur ſolaire (*a*) ; ſes réapparitions & ſa permanence démontrent qu'elle n'eſt point dans l'air où tout ſe diſſipe. Si elle réſidoit dans cet air qui tourne avec le globe, elle auroit une poſition conſtante à l'égard de l'horizon ; elle ne ſuivroit point le zodiaque qui varie la ſienne tous les jours (*b*) ; & dès qu'elle exiſte dans l'éther, hors de notre atmoſphere, la circonſtance d'accompagner le ſoleil prouve qu'elle lui eſt inſéparablement unie. Il faut avouer que l'idée qu'on avoit eue de l'anneau de Saturne, compoſé d'une infinité de ſatellites, s'étendit à cette lumiere ; on crut que, ſemblable à la voie lactée, qui peut être formée d'un amas d'étoiles, la lumiere zodiacale pouvoit renfermer un grand nombre de petites planetes imperceptibles qui faiſoient leur révolution autour du ſoleil & dans ſon équateur. Mais Dominique Caſſini ne jette cette idée que comme une poſſibilité ; il ne s'y arrête pas (*c*). Le phénomène lui parut bientôt une matiere rare & lumineuſe ; il y vit petiller des étincelles que M. de Mairan a revues depuis (*d*). Dominique Caſſini mettoit à ſes recherches cette ſuite qui permet de contempler un objet ſous toutes ſes faces & dans tous ſes détails. Il s'apperçut que cette lumiere étoit ſujette à s'affoiblir, ſouvent il falloit la chercher ; un œil non prévenu

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. T. VIII, p. 187 & 205.
(*b*) *Ibid.* p. 198.
(*c*) *Ibid.* p. 169.
(*d*) *Ibid.* Traité de l'Aurore bor. p. 20.

Digitized by Google

ne l'auroit pas apperçue. Caſſini put s'expliquer comment obſervant conſtamment depuis 1663 dans les mêmes conſtellations, dans les mêmes tems de l'année, il ne l'avoit cependant découverte qu'en 1683 (*a*) ; il put dire pourquoi tant d'obſervateurs avoient conſidéré le ciel ſans la voir : c'eſt qu'elle a des intervalles & des années ſucceſſives où elle ne paroît pas ; il ſemble qu'elle ait une ſource qui puiſſe diminuer & ſe reſtreindre dans ſon cours. On croyoit alors que les taches du ſoleil étoient une dépuration de ſa ſubſtance. Caſſini remarqua que dans les tems où la lumiere zodiacale s'affoibliſſoit, le ſoleil avoit moins de taches, & il conjectura que ces taches & cette lumiere naiſſoient d'un même écoulement (*b*). Les tems ſuivans n'ont ni confirmé, ni détruit cette remarque ; ce rapprochement n'a encore rien produit, mais il devoit être conſigné dans l'hiſtoire : l'arbre des ſciences a des rameaux dont il ne faut pas déſeſpérer, quoiqu'ils aient été long-tems ſans fruit. Caſſini ajouta une vue ingénieuſe ; il conçoit que le ſoleil a en lui-même une force expanſive, puiſqu'il ſe purifie, puiſqu'il jette à ſa ſurface une matiere craſſe & épaiſſe comme celle des taches, & envoie la lumiere, plus ſubtile & plus légere, juſqu'à nous qu'elle éclaire, & juſqu'aux extrémités de notre ſyſtême planétaire dans l'orbe reculé de Saturne (*c*) : c'eſt donc l'action de cette force, qui chaſſe dans le plan de l'équateur du ſoleil une matiere moins ſolide que les taches, & plus denſe que la lumiere.

§. XXIII.

SUIVANT la conjecture de Dominique Caſſini & le ſyſtême qui concilie toutes les obſervations, cette lumiere eſt un amas

(*a*) Mém. Acad. Scien., T. VIII, p. 227 & 277.
(*b*) *Ibid.* p. 277.
(*c*) *Ibid.* p. 204.

de matiere, ou un peu lumineuſe, comme écoulée du ſoleil, ou ſeulement capable de nous réfléchir ſes rayons ; elle enveloppe cet aſtre, mais ſous une forme longue & aplatie, telle que celle de deux cônes joints par leur baſe, ou d'un fuſeau dont le ſoleil occupe le milieu. Cette atmoſphere brillante a une étendue conſidérable ; Caſſini a trouvé que ces extrémités, les pointes du fuſeau paſſoient l'orbite de Vénus & atteignoient preſque la terre dans le ſien (*a*). M. de Mairan a fait voir depuis qu'elle étoit aſſez étendue pour que notre globe la rencontrât dans ſon chemin, & fût obligé de s'y plonger en la traverſant (*b*). La lumiere zodiacale paroît le ſoir, après le coucher du ſoleil, dans le tems des équinoxes, parce qu'alors le zodiaque eſt preſque perpendiculaire à l'horizon, & que cette lumiere foible ſe trouve plus dégagée des vapeurs ; dans les autres tems elle s'y perd & s'y confond, le zodiaque eſt trop incliné pour qu'elle puiſſe s'élever ; & au ſolſtice d'été l'inclinaiſon eſt ſi grande que la lumiere zodiacale n'atteint pas même le cercle de l'horizon, elle y reſte cachée avec le ſoleil (*c*). Dominique Caſſini avoit annoncé que le ſoleil, dépouillé de ſes rayons & caché dans une éclipſe totale, paroîtroit entouré d'une chevelure lumineuſe ; cette prédiction étoit hardie, elle fut vérifiée dans les éclipſes de 1706 & de 1715. Aſſez long-tems les prédictions aſtrologiques avoient deshonoré l'aſtronomie ; ces annonces fondées ſur les faits, & juſtifiées par eux, lui rendoient ſa véritable gloire. Képler, qui devina la rotation du ſoleil, devina auſſi cette atmoſphere ; il s'en ſervoit pour expliquer

(*a*) Mém. Acad. Scien. T. VIII, p. 204.

(*b*) Traité de l'Aurore bor. p. 29.

(*c*) Soit *fig.* 21 HR l'horizon, lorſque le ſoleil placé dans l'équateur EQ, atteint la ligne CZ, qui termine les crépuſcules, ſon atmoſphere en fuſeau, la lumiere zodiacale CL paroît au-deſſus de l'horizon dans l'étendue ML. Mais lorſqu'au ſolſtice d'été le zodiaque eſt plus incliné, le ſoleil étant en Z, dans la même ligne CZ, ſon atmoſphere ZM s'éleve moins & atteint à peine l'horizon.

le phénomène des éclipſes annulaires (*a*) : il ſe demandoit encore pourquoi les éclipſes totales du ſoleil ne nous jettent pas dans une obſcurité profonde, & il répondoit que l'aſtre étoit environné d'une matiere plus denſe que l'éther, d'une matiere où une ſorte de lumiere étoit conſervée par des rayons réfléchis, & qui formoit une couronne à l'aſtre éclipſé. Ces ſoupçons ont été vérifiés, ces vues ont été confirmées par le génie de Caſſini ; depuis lui il a été reconnu que le ſoleil eſt enveloppé comme nous d'une atmoſphere, mais d'une atmoſphere de lumiere & de feu, digne en tout de l'aſtre dont elle eſt émanée, & qui a peut-être comme lui une grande influence ſur les corps qu'elle peut atteindre & baigner de ſes feux.

§. XXIV.

QUELQUES années auparavant, en 1676, l'amas des obſervations des ſatellites de Jupiter, la maturité des connoiſſances & le génie de Roëmer, ce Danois que Picard avoit acquis à la France, produiſirent une des plus grandes découvertes de l'Aſtronomie moderne, c'eſt celle de la propagation & de la vîteſſe de la lumiere. Les Tables de Dominique Caſſini donnoient la facilité de prévenir & de calculer en tout tems les éclipſes de ces ſatellites. Roëmer apperçut que les éclipſes, toujours calculées ſuivant la même méthode, arrivoient conſtamment dans certains tems de l'année, plus tard qu'elles n'étoient prédites, & ſans que l'aſtronomie, avec les connoiſſances acquiſes, pût rendre aucune raiſon de cette variation. Il vit que le retard étoit toujours conſtant dans le même tems, & le même pour chacun des quatre ſatellites, mus

(*a*) *Suprà*, p. 27.

cependant

cependant avec des vîteſſes inégales dans leurs orbites différentes. C'étoit donc une inégalité commune, mais une inégalité qui n'a point lieu dans ces orbites, elle y ſeroit différemment modifiée. L'inégalité de Jupiter ſe manifeſte dans les mouvemens de ſes ſatellites (*a*), avec une durée relative à ces mouvemens. Le retard des éclipſes naît donc d'une cauſe étrangere & à Jupiter & à ſes ſatellites mêmes. Roëmer eut l'idée heureuſe de comparer les diſtances de cette planete à nous, & il reconnut que les éclipſes retardent le plus lorſque Jupiter eſt le plus éloigné. La Terre, en faiſant ſon cours, s'approche & s'éloigne de Jupiter, & leur diſtance mutuelle varie, dans le cours d'une année, de l'étendue du diametre de notre orbe; ſi les éclipſes retardent, c'eſt donc à cauſe de la diſtance augmentée, les évenemens ſe paſſent plus loin de nous, les nouvelles ſont plus long-tems à nous venir. Mais entre les évenemens de ce monde lointain & notre vue qui les conſidere, il n'y a que la lumiere qui nous avertit; la lumiere traverſe pour nous arriver, & la diſtance de Jupiter à notre orbe, lorſque nous ſommes dans la partie la plus voiſine, & encore le diametre entier de notre orbe, lorſque nous nous trouvons dans la partie la plus éloignée.

Roëmer oſa conclure que le retardement des éclipſes eſt le tems que la lumiere emploie à traverſer cet orbe; & comme le retardement, lorſqu'il eſt le plus grand, lui parut d'environ 11 minutes, il annonça aux ſavans que la lumiere n'étoit point inſtantanée, que ſa vîteſſe étoit ſenſible & pouvoit être meſurée, qu'elle parcouroit le diametre de l'orbe de la terre en 11 minutes; & pour preuve de ſa découverte, il prédit que les éclipſes calculées par la méthode ordinaire, arriveroient

(*a*) *Suprà*, p. 353.

au mois de Novembre ſuivant (*a*), dix minutes plus tard que les inſtans marqués, ce qui fut confirmé par les obſervations (*b*).

§. XXV.

On juge bien que la découverte ne fut pas admiſe ſans conteſtation, & que les ſavans ne ſe rendirent pas d'abord à cette preuve de la vérité. Il eſt une certaine prudence qui doit les rendre circonſpects à l'égard des vérités nouvelles, qui ſont, pour ainſi dire, trop neuves & trop extraordinaires. La lumiere eſt inſtantanée pour nos ſens, dans nos petits eſpaces terreſtres : Deſcartes l'avoit ſuppoſée telle dans l'explication de ſes globules élaſtiques ; & c'étoit une grande autorité que celle de Deſcartes ! On imagina une hypothèſe aſtronomique, qui pouvoit expliquer tout ; mais elle n'étoit ni vraiſemblable, ni phyſique (*c*) : on fut obligé de l'abandonner pour celle de Roëmer, qui étoit phyſique & vraiſemblable, puiſqu'elle étoit vraie. En effet ſi, comme Deſcartes l'a penſé, le phénomène de la lumiere eſt produit par une longue file de globules élaſtiques, qui tranſmettent à une de leurs extrémités le choc reçu à l'autre, la lumiere ne peut être inſtantanée qu'en ſuppoſant le reſſort parfait ; mais cette perfection eſt idéale & mathématique, la nature varie dans leur proportion les qualités des corps, & nous, par nos abſtractions, nous dépouillons abſolument les corps de ces qualités. Cette méthode eſt utile pour la connoiſſance approchée de la nature, mais à la rigueur la nature dément ces méthodes ; elle n'eſt que nuance & mélange : il n'y a point de corps où cette élaſticité

(*a*) C'étoit au commencement de ſeptembre 1676 qu'il fit cette prédiction.

(*b*) Mém. Ac. Sc. T. I, p. 140; T. X, p. 399. Tranſ. phil. 1677, N°. 136.

(*c*) Mém. de l'Acad. des Scien. T. I, p. 140.

ſoit entiere. Or comme la lumiere ne peut être inſtantanée que dans le cas d'un reſſort parfait, quelque petit que ſoit le défaut, il faut un petit tems pour la tranſmiſſion ; & ce tems eſt celui qui a été obſervé par Roëmer. Si au contraire la lumiere eſt une émiſſion des rayons du ſoleil, ſi elle nous eſt envoyée, on voit que malgré la légereté & la rapidité dont elle eſt évidemment douée, elle doit être aſſujettie aux loix générales ; il faut qu'elle marche, comme les autres corps plus lents, pour arriver à nous ; il n'y a point de marche ſans un tems, & ce tems eſt celui qui a été obſervé par Roëmer.

§. XXVI.

Nous avons attribué excluſivement à Roëmer la découverte du mouvement progreſſif de la lumiere, ce n'eſt pas que ce mouvement n'eût été ſoupçonné par D. Caſſini ; il avoit une vue à laquelle rien n'échappoit. Il a dit poſitivement que le retard des éclipſes des ſatellites de Jupiter indiquoit un retard de la lumiere (*a*) ; mais ou cette vérité lui fut mal préſentée, ou il ne la conſidéra que de loin & ſans examen. Il l'abandonna d'abord ; il l'a même ſi pleinement rejetée, qu'il n'a point crû devoir en revendiquer l'idée. Nous le citerons lui-même (*b*) ; il dit qu'*il avoit remarqué certaines inégalités dans les éclipſes des ſatellites que Roëmer expliqua très-ingénieuſement par le mou-*

(*a*) Duhamel, *Hiſt. Ac. Sc.* 1673, p. 167.

(*b*) Dans le Journal des ſavans du 7 Décembre 1676 on lit ce qui ſuit, p. 235. » La » néceſſité de cette nouvelle équation du » retardement de la lumiere eſt établie par » toutes les obſervations faites à l'Académie & à l'obſervatoire depuis huit ans ; » nouvellement elle a été confirmée par » l'émerſion du premier ſatellite obſervée » à Paris le 9 Novembre dernier à 5ʰ 35′ » 45″ du ſoir, dix minutes plus tard qu'on » n'eût dû l'attendre, en la déduiſant de » celles qui avoient été obſervées au mois » d'Août, lorſque la Terre étoit beaucoup » plus proche de Jupiter ; ce que M. de » Roëmer avoit prédit à l'Académie dès le » commencement de Septembre. » M. le Monnier, *Inſtitutions aſtron.* p. 296 : c'eſt le témoignage des contemporains que nous ajoutons à celui de D. Caſſini.

vement ſucceſſif de la lumiere, mais il déclare en même tems que cette hypothèſe ne s'accorde point avec d'autres obſervations (*a*). S'il a connu cette vérité, il a donc ceſſé de l'eſtimer telle, puiſqu'il l'a abandonnée (*b*): il a prouvé ſa bonne foi; une découverte brillante, mais ſuſpecte, n'eût été rien pour lui. En la donnant à Roëmer, nous imitons D. Caſſini; nous oſons conclure & de ſon aveu & de ſon abandon, qu'il n'en eſt point l'inventeur. C'eſt bien aſſez que ſon génie lui ait manqué pour ſaiſir cette idée: née dans ſa tête, elle eût été mieux conſidérée, plus approfondie; elle lui auroit été plus chère, ſi elle avoit été fille de ſon génie. Les premieres difficultés la lui firent rejeter comme une étrangere; au lieu que Roëmer prouve la paternité par l'attachement & par la conſtance. Roëmer ſoutint la propagation & la vîteſſe meſurable de la lumiere; il n'abandonna point la vérité qui s'étoit montrée à lui, il a conſtaté ſes droits & mérité ſa gloire. Cette explication ingénieuſe & vraie du retardement des éclipſes des ſatellites de Jupiter, établie ſur des faits encore trop peu nombreux, encore trop peu éclaircis, étoit regardée comme une hypothèſe, ſurtout depuis la déſertion de Dominique Caſſini. L'hypothèſe fut attaquée en 1707 par Maraldi, & par des raiſons ſpécieuſes. Si cette inégalité de la lumiere avoit eu lieu, elle devoit être générale, & la même pour tous les ſatellites: elle expliquoit très-bien les phénomènes du premier, mais ceux des autres ſembloient s'y refuſer; ou du moins on n'y trouvoit pas ce rapport intime d'un objet avec ſa cauſe, qui démontre l'exiſtence de la cauſe, & qui permet à l'eſprit de s'y repoſer. Il ſembloit que chacun des quatre ſatellites demandât une équation différente; le premier même offroit encore des difficultés. Les tems où la terre eſt le

(*a*) Mém. Acad. Sc. Tom. VIII, p. 415. (*b*) En 1690, *Ibid.* T. II, p. 67.

plus près de Jupiter ſont ceux où cette planete eſt oppoſée au Soleil ; Jupiter eſt le plus loin de nous, lorſqu'il eſt joint à cet aſtre, & qu'il ſe perd dans ſes rayons. C'eſt alors que la lumiere eſt le plus de tems à nous parvenir ; c'eſt alors qu'il faut ajouter aux inſtans marqués des éclipſes, une quantité d'inſtans que l'on nomme l'*équation de la lumiere*. On trouvoit bien de l'oppoſition à la conjonction la néceſſité d'une équation de quatorze minutes (*a*) ; mais Jupiter ne change pas de diſtance ſeulement par le mouvement de la Terre, il ſe meut lui même, & à cauſe de l'ellipticité de ſon orbite, il varie ſa diſtance au Soleil & à nous. Cette variation, quoique moins conſidérable, quoique trois fois plus petite que celle qui réſulte de l'étendue de notre orbe, doit être cependant très-ſenſible ; elle doit produire une équation de trois minutes & demie, dont les éclipſes retardent plus lorſque Jupiter eſt aphélie, & moins lorſqu'il eſt périhélie : cette équation ne ſe laiſſoit pas appercevoir dans les réſultats des obſervations.

Cependant ces retards étoient bien conſtatés, & ces différences de l'obſervation au calcul annonçoient au moins des inégalités dans les mouvemens des ſatellites. Pourquoi n'a-t-on pas ſoupçonné que ces inégalités pouvoient altérer l'équation de la lumiere, & même quelquefois la faire diſparoître en ſe compliquant avec elle ? Les groſſes planetes, les aſtres principaux ſe meuvent inégalement, ils décrivent des ellipſes ; nous ſavons que les petits n'échappent point aux loix où les grands ſont ſoumis. Les ſatellites devoient donc décrire des ellipſes, avoir des inégalités comme la lune qui circule autour

(*a*) Il paroît que Roëmer n'avoit d'abord eſtimé cette équation que de 11′. Un examen plus approfondi la lui fit porter enſuite à 14′. Aujourd'hui cette équation, encore mieux connue, eſt de 16′ 15″ ; *Infrà*, Liv. XIV.

(*b*) Mém. de l'Acad. des Scien. 1707, p. 25.

de nous, comme les planetes qui environnent le ſoleil. Dans une premiere vue, on ne conſidere que les grands effets : on a pu faire marcher les ſatellites dans des cercles, parcourus avec égalité ; mais cette uniformité n'exiſte réellement nulle part, nous devons nous défier de tout ce qui en porte l'apparence. Ces mouvemens circulaires, cette uniformité nous ont tant de fois & ſi long-tems trompés ! Il ſemble que l'illuſion nous ſoit naturelle ; elle ſe renouvelle ſans que nous la reconnoiſſions ; nous ſavons qu'elle nous a ſéduits, elle change d'objet, & nous ſéduit encore. M. de Fontenelle, dont l'eſprit étoit philoſophique & ſage, s'applaudiſſoit d'avoir apprécié l'erreur brillante de la propagation de la lumiere. *A quoi tient-il*, dit l'hiſtorien de l'Académie, *que nous ne tombions dans de grandes erreurs ! Si Jupiter n'eût eu qu'un ſatellite, ſi ſon excentricité à l'égard du ſoleil eût été moindre, & ces deux choſes-là étoient très-poſſibles, nous nous ſerions tenus sûrs que la lumiere traverſoit en quatorze minutes l'orbe annuel de la terre* (*a*). C'eſt ainſi que M. de Fontenelle laiſſoit échapper une idée lumineuſe & vraie ; mais ce n'eſt pas avec l'eſprit philoſophique, c'eſt avec le génie qu'on ſaiſit les grandes vérités.

§. XXVII.

Dans le ſiecle qui ſuit l'époque où nous ſommes, on découvrira un ſecond phénomène qui tient à la même cauſe, nous verrons un illuſtre Anglois achever de donner à cette opinion, ou plutôt à cette vérité ſes droits & ſon rang (*b*) ; pour nous, qui ſommes inſtruits par lui & par le tems, nous ſaiſiſſons les premiers rayons de la vérité, & nous lui donnons ſa place au

(*a*) Mémoires de l'Acad. Scien. 1707, Hiſt. p. 77.

(*b*) M. Bradley, par la découverte de l'aberration des étoiles. *Infrà*, Liv. XIV.

Digitized by Google

moment de ſa naiſſance. La lumiere ſe meut donc avec une vîteſſe preſque incroyable, mais ſenſible! On peut obſerver quel penchant nous porte à rejeter, à fuir long-tems les notions les plus ſimples & les plus naturelles: la lumiere frappe notre organe, nous ſentons ſon impreſſion; elle agit ſur nous comme l'air qui nous entoure; c'eſt un fluide qui ſe répand, qui nous preſſe, la lumiere eſt donc un corps. La lumiere a ſon foyer, ſa ſource dans un aſtre, la ſenſation qu'elle excite eſt en nous, un intervalle immenſe ſépare l'effet & ſa cauſe; rien n'eſt plus ſimple que de ſuppoſer un tems & une vîteſſe pour cet eſpace. Mais c'eſt la puiſſance de la nature qui nous confond; nés pour les excès, nous l'avons fait d'abord trop petite, nous la faiſons quelquefois trop grande; l'enthouſiaſme de l'admiration ne connoît ni bornes, ni meſures. Lorſque Copernic nous a ouvert les eſpaces de l'univers, cette extenſion de l'étendue a effrayé les eſprits, l'univers a paru trop vaſte pour la penſée! Mais lorſqu'on s'eſt familiariſé avec cette opinion auſſi vraie que hardie, lorſqu'on a eu des notions juſtes de la diſtance des planetes, de leurs volumes & de leurs maſſes peſantes, l'imagination s'eſt plu dans cette grandeur; elle a vu la nature remuer facilement, ſans interruption, ces fardeaux, les tranſporter au loin avec une grande vîteſſe, un reſpect exagéré a forgé des miracles pour les croire: on a dit, la lumiere naît & la lumiere arrive dans un inſtant inſenſible à l'extrémité de l'eſpace. Mais ces inconſéquences ſont fondées ſur une abſurdité; on n'oſoit croire alors que les rayons de lumiere fuſſent des corps. Newton, qui évitoit la rencontre des opinions, en marchant la vérité à la main, ne prononce point ſi la lumiere eſt une matiere, ſi ſes rayons ſont corporels. Les préjugés ne ſe retirent que comme les ombres, ſucceſſivement & par degrés; les aſtres conſervoient encore de leur ancienne divi-

nité, & de leur intelligence ſpirituelle, l'immatérialité de leurs rayons.

§. XXVIII.

C'EST déjà un phénomène aſſez étonnant pour la conception humaine, qu'un corps quelque délié, quelque léger qu'il ſoit, parcoure plus de ſoixante millions de lieues en quatorze minutes; cette vîteſſe eſt deux cent cinquante mille fois plus grande que celle d'un boulet de canon que l'œil ne peut ſuivre! Et quand on compare cette rapidité à la lenteur des mouvemens de certains cercles de notre globe, au mouvement rétrograde des points équinoxiaux, qui n'eſt que de cinquante ſecondes de la circonférence de la terre, & d'environ ſept cent cinquante toiſes par année, au mouvement de l'écliptique qui, pour s'approcher de l'équateur, ne parcourt le même eſpace peut-être que dans un ſiecle; l'homme eſt étonné de ces différences des œuvres de la nature, & de l'échelle qu'elle peut parcourir; il ſe trouve lui-même ou lent ou rapide, ſuivant les choſes auxquelles il ſe meſure! Qui ſait s'il n'y a pas encore des mouvemens, auxquels le tems n'a pas ſuffi pour ſe rendre ſenſibles? Le mouvement a donc ſes excès de vîteſſe & de lenteur, comme l'étendue a ſes infinis de grandeur & de petiteſſe; l'homme ſemble le milieu de tout, & il admire la nature dans tous les infinis dont il eſt entouré!

HISTOIRE

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE ONZIEME,

De Flamſteed, Halley, Hook: Travaux & Découvertes depuis 1672 juſqu'en 1686.

§. Premier.

L'Astronomie que l'on a vu ſi long-tems paſſer de peuple en peuple, accueillie dans un pays, & négligée ou inconnue dans tous les autres, commence à être cultivée à la fois par les diverſes nations de l'Europe. Mais les deux centres d'où ſortirent les plus grandes lumieres ſont les Académies & les Obſervatoires de Paris & de Londres. D. Caſſini, aidé de Picard & d'Auzout, fonda l'aſtronomie en France; Flamſteed & enſuite Halley la fonderent en Angleterre.

Jean Flamſteed naquit à Derby le 19 Août 1646; il y obſerva

depuis l'année 1668 juſqu'en l'année 1674. Horrox, Crabtrée, Gaſcoigne, Rook & Hook avoient fait des obſervations en Angleterre avant lui. Les trois premiers enlevés à la fleur de l'âge, n'avoient pu exécuter de longs travaux; le dernier, Hook, fut contemporain de Flamſteed, il s'eſt particulierement diſtingué par des idées de génie dont nous allons bientôt faire mention. Ces idées lui ont fait entreprendre quelques obſervations, mais elles n'ont point la ſuite de celles de Flamſteed; elles ne font point un enſemble, une maſſe qui réſiſte au tems, une maſſe qui ne puiſſe être ni oubliée, ni remplacée: Flamſteed s'eſt élevé au rang de Tycho, en laiſſant comme lui un énorme dépôt d'obſervations. Son travail & ſes veilles embraſſent cinquante années; & dans cet intervalle, quand le ciel s'eſt montré à découvert, il n'a jamais été laiſſé à lui-même. Une obſervation détachée peut avoir une utilité, mais cette utilité eſt ſouvent détruite par une obſervation plus préciſe. Que ſont à Tycho & à Flamſteed les progrès des connoiſſances, & la perfection des inſtrumens préſens ou futurs? L'un & l'autre ont fixé le ſpectacle tous les jours varié du monde céleſte; ils ont, pour ainſi-dire, marqué tous les pas qu'ils ont vu faire aux aſtres. En ouvrant leurs dépôts, on dira toujours, voilà quel fut de leur tems l'état du ciel; & ces tableaux ſont laiſſés aux générations futures, pour dépoſer de ſa conſtance ou de ſes changemens (*a*).

(*a*) Les regiſtres de l'obſervatoire de Paris renferment un dépôt précieux d'obſervations, continuées ſans interruption depuis 1666 juſqu'aujourd'hui. On n'en trouve qu'un petit nombre dans les Mémoires de l'Académie. M. le Monnier a publié dans un volume les obſervations faites depuis 1666 juſqu'en 1685. Monſieur Caſſini le fils, qui mérite de porter ce nom, a entrepris un travail auſſi utile qu'il eſt immenſe, c'eſt de publier la totalité de ces obſervations, d'en calculer le plus grand nombre, & d'en diſcuter les réſultats.

Digitized by Google

§. II.

FLAMSTEED n'avoit pas encore vingt-ſix ans, qu'il s'avança pour mettre d'accord les aſtronômes, & pour prononcer ſur une queſtion importante, celle de l'équation du tems. L'intervalle écoulé d'un midi à l'autre, la durée d'un jour eſt inégale; Hypparque s'en étoit apperçu, mais cette vérité étoit reſtée preſque ſans uſage depuis dix-huit ſiecles. Cette inégalité réſulte, nous l'avons dit (*a*), & de l'inclinaiſon de l'écliptique ſur l'équateur, & de l'inégalité du mouvement du ſoleil. Ces cauſes étant connues, on peut calculer la quantité dont les jours ſont plus grands ou plus petits, & leurs différences accumulées ſont ce qu'on nomme l'équation du tems; elle ſert à réduire les jours inégaux à une durée égale qui devient une meſure conſtante. Tycho n'avoit admis que la premiere cauſe, & ſon équation du tems étoit imparfaite. Longomontanus ſon diſciple penſoit qu'on avoit eu tort de négliger la ſeconde partie qui naît de l'inégalité du ſoleil, à moins que le mouvement diurne de la terre ne fût lui-même altéré, & ne fît une compenſation. (*b*). Lorſque le ſoleil plus éloigné, paroît faire moins de chemin dans ſon orbe, ce chemin moins long, ajouté à la révolution de l'équateur, fait un jour un peu plus court. Mais ſi, par une cauſe quelconque, la terre ſe mouvoit plus lentement ſur ſon axe, elle feroit des jours plus longs à cet égard, & les deux inégalités pourroient ſe détruire. Képler apperçut très-bien les deux vraies cauſes de l'équation du tems, mais malheureuſement il en ajouta une troiſieme fondée ſur ce que la vertu motrice du ſoleil devoit accélérer la rotation de la terre, rendre les jours plus courts, & par conſéquent

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 90. (*b*) Riccioli, Almag. T. I, p. 179.

en donner un plus grand nombre à l'année. C'eſt ce qu'il appelle la *partie phyſique* de l'équation du tems (*a*), & ce que Bouillaud regarde comme une partie tout-à-fait chimérique (*b*). Chriſtman & Witichius avoient rejeté l'équation entiere. Dominique Caſſini lui-même ne jugea pas à propos de l'employer dans ſes premieres Tables des ſatellites en 1666, parce que les aſtronômes n'étoient pas d'accord. Ce partage étoit ſcandaleux ; comment pouvoient-ils être diviſés ſur une choſe dont les principes ſont évidens, & ont été connus & annoncés par les plus anciens aſtronômes, Hypparque & Ptolémée.

§. III.

Une déciſion étoit d'autant plus néceſſaire, d'autant plus preſſante, que toutes les parties de l'aſtronomie marchoient vers une exactitude nouvelle, & que la connoiſſance certaine du tems eſt indiſpenſable & pour dater les obſervations, & pour calculer leurs intervalles. Nous meſurons tout par des portions de jour, par des jours ou par des années. L'équation du tems n'influe point ſur la longueur de l'année ; cette équation naît du mouvement même du ſoleil, elle croît, décroît & finit avec ſa révolution dont la durée s'accomplit comme ſi l'équation n'exiſtoit pas. Mais pour toutes les durées quelconques, qui ſont ou plus courtes, ou plus longues que des années complettes, quel ſera l'eſpece de jour dont nous les compoſerons ? Nous diſons que la révolution de Vénus autour du Soleil eſt de $224^j\ 16^h\ 39'$, & celles de Jupiter de onze années complettes avec $315^j\ 14^h\ 36'$ (*d*). Mais ces 224, ou ces 315 jours

(*a*) *Epitome Aſtron. Cop.* Lib. IV, p. 550. *Tab. Rudolp.* Cap. XV & XXXII.
(*b*) *Aſtron. philol.* Lib. II, c. 7.
(*c*) Mém. Acad. Scien. T. VIII, p. 435.
(*d*) M. de la Lande, *Aſtronomie*, articles 1156, 1158.

Digitized by Google

au-delà des années complettes ſont-ils de ceux que le ſoleil rend plus longs, ou de ceux qu'il fait plus courts par un mouvement retardé ? On eſt convenu de prendre pour meſure commune les jours moyens entre les jours inégaux, les jours que le ſoleil fait avec ſa vîteſſe moyenne. Ce ſont ces jours, c'eſt le tems qui auroit lieu, ſi le ſoleil, parti pour commencer l'année, marchoit toujours d'un pas égal, & accompliſſoit ſa révolution avec uniformité. C'eſt le tems que marquent nos horloges qui tiennent cette uniformité du principe de leur conſtruction, & qui n'ont que les irrégularités nées de l'imperfection de la pratique. Mais ce tems n'eſt plus celui du ſoleil, les époques, les dates du calcul ne ſe rencontreront plus avec le tems du ciel. Les phénomènes annoncés arriveront ou plus tôt, ou plus tard ; une éclipſe eſt marquée pour midi de ce tems moyen, ſi elle tombe dans les jours que le ſoleil fait plus longs, cet aſtre ne ſera pas encore arrivé au méridien, l'horloge marquera midi, mais il ne ſera pas encore midi dans le ciel. Ici naît la conſidération de deux tems différens, le tems *moyen*, le tems fictif qui eſt notre ouvrage, qui nous ſert de regle, & que nous retrouvons toujours ſur nos horloges ; le tems apparent ou le tems *vrai*, qui eſt celui du ſoleil & de tous les aſtres, & le ſeul qui ſoit manifeſté par la grande horloge céleſte.

§. IV.

L'ÉQUATION du tems eſt chaque jour de l'année la différence de ces deux tems, elle ſert à paſſer de la connoiſſance de l'un à celle de l'autre : elle étoit d'une néceſſité habituelle pour les aſtronômes, & les uns ne s'en ſervoient pas ; ſa quantité préciſe eſt néceſſaire pour décider le vrai moment des obſervations, l'intervalle véritable des phénomènes, & les autres

en employoient une fauſſe. La partie de l'équation du tems, qui naît de l'inégalité du ſoleil, eſt de $7' 56''$, celle qui naît de l'obliquité de l'écliptique de $9' 55''$ (*a*); & leur combinaiſon peut produire une différence de $16' 14''$. L'Académie des ſciences de Paris avoit ſenti dès 1670 la néceſſité d'employer l'équation du tems, & d'en déterminer la quantité, après en avoir examiné les principes (*b*). D. Caſſini s'en occupa en 1678; il compara les opinions des anciens à celles des modernes, & prononça en faveur des anciens (*c*). Mais ſi nous rappelons ces faits pour montrer que l'Académie & Caſſini n'avoient pas oublié la conſidération d'un élément ſi important, cette détermination n'en appartient pas moins uniquement à Flamſteed; c'eſt lui qui a publié le premier en 1672 les idées ſaines qu'on devoit avoir ſur ce point d'aſtronomie. C'eſt ſon écrit qui a été la premiere regle, & l'époque de l'uſage non interrompu de l'équation; c'eſt donc à lui qu'eſt due la gloire de cette reſtauration. Nous employons ce mot, parce que Flamſteed n'a réellement rien produit de nouveau. Les deux cauſes avoient été indiquées par Hypparque; elles ont été connues de Képler, & Flamſteed n'auroit eu rien à réformer, ſi Képler n'avoit pas tout gâté, en y mêlant une troiſieme cauſe imaginaire. Mais il faut obſerver que quand la vérité eſt incertaine ou méconnue, la décider, la retrouver eſt une invention. Comment douter que cela n'eût quelque difficulté, puiſqu'après l'Ecole d'Alexandrie, Tycho, Képler & tant d'aſtronômes y avoient ſongé, pour n'y laiſſer que des erreurs? Il falloit y porter un coup d'œil juſte, & on ne l'avoit pas encore fait.

(*a*) Par des corrections nouvelles, on a des quantités un peu plus petites. *Voy.* les Tables de M. de la Caille. Celles-ci ſont celles de Flamſteed: *Differt. de inæqual. dier.* imprimée en 1672, à la ſuite des Œuvres d'Horrox.

(*b*) Mém. Acad. Scien. Tom. I, p. 87.

(*c*) *Ibid.* p. 173.

§. V.

DEPUIS que le commerce embraſſoit les extrémités du globe, les navigations éloignées demandoient des méthodes pour trouver la longitude, pour ſavoir à tout moment le lieu où l'on eſt ſur mer, & pour diriger ſa route; Galilée & Dominique Caſſini avoient envain cherché à faire uſage des ſatellites de Jupiter, leur théorie n'étoit pas aſſez avancée. Morin avoit renouvelé la méthode de Gemma Friſius & de Képler, qui propoſerent d'obſerver la lune, mais on lui oppoſoit les mêmes difficultés (*a*). Les mouvemens de la lune ne peuvent nous ſervir de regle qu'en proportion de la connoiſſance que nous en avons; les Tables de cette planete s'écartoient du ciel ſouvent de 15 à 20′. On ne peut obſerver la lune ſans la comparer aux étoiles, c'étoit une autre ſource d'erreur, les poſitions du Catalogue de Tycho n'étoient plus aſſez exactes, on y trouvoit des différences de 4 à 5′ (*b*). Avant d'employer la méthode des longitudes par les obſervations de la lune, il falloit donc réformer l'aſtronomie, il falloit ſuivre, & pendant long-tems les mouvemens de cette planete, afin de les connoître & de les prédire avec ſûreté. L'aſtronomie devenoit un beſoin ſurtout pour les Anglois, pour un peuple navigateur qui cherchoit les avantages du commerce, & qui aſpiroit à l'empire de la mer. Charles II réſolut de fonder un obſervatoire à Gréenwich, & l'exécution en fut confiée au chevalier Moor, intendant général de l'artillerie. Moor étoit ami de Flamſteed dont il connoiſſoit le mérite, il avoit déjà aidé ſes premiers eſſais; c'eſt lui qui conſeilla au Roi de le choiſir pour aſtronôme royal, & de lui confier la direction des travaux aſtronomiques. Les

(*a*) *Suprà*, p. 175.

(*b*) Flamſteed, *Hiſt. cél.* T. III, *proleg.* p. 101.

hommes qui donnent aux Rois des conſeils utiles, & qui leur inſpirent de bons choix, ſont rares, ils doivent être nommés dans l'hiſtoire (*a*). L'obſervatoire fut achevé, & Flamſteed y entra au mois d'Août 1676 (*b*).

§. VI.

C'est là que Flamſteed a paſſé ſa vie dans la pratique de l'obſervation ; mais tandis qu'il poſoit cette baſe aux recherches futures, & à l'utilité de l'aſtronomie pour la navigation, auprès de lui s'élevoit un homme, deſtiné à aider Newton dans ſes grandes déterminations, & à étendre la ſcience par des vues de génie. C'eſt le célebre Halley qui naquit à Londres le 8 Novembre 1656 ; dès l'année 1675 (*c*), on le trouve cité, comme ayant fait avec Flamſteed l'obſervation d'une éclipſe de lune (*d*). Il étoit né avec un penchant invincible pour les mathématiques, & il dit lui-même que l'étude de l'aſtronomie

(*a*) Flamſteed, *Hiſt. céleſt.* Tome III, p. 102.

(*b*) *Ibid.* p. 103.

(*c*) M. Halley ſe fit connoître en 1676 ; il débuta par une méthode pour déterminer l'aphélie, l'excentricité & les proportions des orbites des planetes ; méthode qui ne ſuppoſe rien, ſinon que les orbites ſont elliptiques, que le Soleil eſt au foyer commun, & que les tems périodiques ſont connus. Il commence par la Terre, & il ſe ſert d'abord de la parallaxe du grand orbe, pour déterminer les dimenſions de ſon orbite. Il choiſit une obſervation de l'oppoſition de Mars vu en M. (*fig.* 22), la Terre étant en P : après une révolution de Mars de 687 jours, Mars étant revenu en M, la Terre qui ne fait deux révolutions qu'en 730 jours & demi, n'eſt arrivée qu'au point A ; il obſerve de ce point les longitudes de Mars & du Soleil, par conſéquent les trois angles du triangle ASM, ſont connus ; il a donc le rapport de SM à AS, & l'angle ASP. Après une autre révolution de Mars, la Terre étant en B, il a de même le rapport de SM à SB, & l'angle BSP ; en C de même, &c. connoiſſant les rapports des lignes AS, SB, SC, & les angles au Soleil compris ; alors la queſtion ſe réduit à ce problême de géométrie : trois lignes étant données de poſition & de grandeur, qui dans une ellipſe concourent au foyer, trouver l'axe & la diſtance des foyers. L'Evêque de Salisbury avoit réſolu ce problême dans l'hypothèſe elliptique ſimple, c'eſt-à-dire, en ſuppoſant que les angles décrits à l'autre foyer, étoient égaux en tems égaux. M. Halley, qui ſavoit que cette hypothèſe ne s'accordoit pas avec les obſervations, fit voir qu'on n'en avoit pas beſoin pour la ſolution du problême, & le réſolut dans l'hypothèſe de Képler (*Tranſac. phil.* 1676, N°. 128.)

(*d*) *Ibid.* 1675, N°. 116.

lui

lui avoit fait goûter des plaiſirs, qui ne peuvent être conçus que par ceux qui les ont éprouvés. Il déclare qu'il s'y étoit livré dès ſa jeuneſſe avec une telle application, qu'en peu de tems il avoit pénétré les myſteres de la ſcience, & atteint les connoiſſances les plus éloignées de la portée du vulgaire (*a*). C'eſt ainſi que Halley parle en annonçant ſon premier ouvrage, achevé avant qu'il eût vingt-trois ans : cet aveu du ſuccès de ſes études eſt une juſtice ; on auroit pu croire que c'étoit le ton d'un jeune homme, ſi l'ouvrage n'avoit pas été d'un homme mûr.

§. VII.

Cet ouvrage étoit la ſuite du plan de recherches qu'il s'étoit fait lui-même. Ayant reconnu que l'aſtronomie ſpéculative étoit fondée ſur l'aſtronomie pratique, il n'eut pas plutôt commencé les obſervations, qu'il s'apperçut qu'on ne pouvoit déterminer aucune poſition des planetes ſans connoître très-exactement le lieu des étoiles. On commençoit à ſe défier du catalogue de Tycho ; ce catalogue ne répondoit plus à l'exactitude, où les nouvelles méthodes & les nouveaux inſtrumens avoient porté la ſcience. On ſavoit qu'Hévélius s'occupoit à rectifier les poſitions des étoiles ; Flamſteed ſe propoſoit d'entrer dans cette carriere ; mais l'un n'avoit pas fini, l'autre n'avoit pas encore commencé ſon travail, & tous deux ne pouvoient obſerver que les étoiles viſibles ſur les horizons de Londres & de Dantzic. Il en eſt d'autres, qui plus voiſines du pôle auſtral, n'avoient encore été vues que des commerçans & des pilotes ; elles demandoient un œil plus attentif, & les meſures d'un

(*a*) Préface du Catalogue des étoiles auſtrales.

aſtronôme. Richer a rapporté en 1672 quelques obſervations des étoiles auſtrales (*a*). Il eſt ſans doute le premier aſtronôme qui ait conſidéré la partie méridionale du ciel, mais il ne la vit pas dans ſon étendue, il n'alla que juſqu'à Caïenne, & n'atteignit point l'équateur : il n'a donc point vu le pôle auſtral encore caché ſous l'horizon de cette île. Halley ſentit qu'il falloit s'avancer davantage vers le midi, & ſe placer dans l'autre hémiſphere. On lui propoſa la ville de Riojaneiro, qui eſt un établiſſement des Portugais ſous le tropique, ou le cap de Bonne-Eſpérance, qui appartient aux Hollandois ſous une latitude méridionale de 34 degrés. Halley préféra l'île de Sainte-Helene, qui n'eſt qu'à 16 degrés, mais qui eſt ſous la poſſeſſion angloiſe, & où il crut avoir plus de facilités, parce qu'il ſeroit encore dans ſa patrie. Il partit en 1677; on lui avoit promis un beau ciel qu'il ne trouva pas : à peine en un an put-il obſerver les poſitions de 350 étoiles auſtrales, quoiqu'il ait proteſté, & on peut bien l'en croire, qu'il n'a pas perdu un des momens de la ſérénité du ciel (*b*). C'eſt au cap de Bonne-Eſpérance qu'il auroit eu un horizon le plus ſouvent ſans nuages, & cette ſuite de belles nuits, qui eſt néceſſaire pour faire le dénombrement des étoiles fixes, & pour en déterminer les poſitions relatives. En préférant l'île de Sainte-Helene, Halley n'a pu remplir le vœu qu'il avoit formé, & il a laiſſé à M. de la Caille la deſcription entiere de la partie méridionale du ciel.

Ce petit nombre d'étoiles étoit un complément utile au Catalogue de Tycho, & aux nouveaux Catalogues que préparoient les aſtronômes d'Europe. Halley ne changea point les conſtellations établies par les navigateurs méridionaux, elles commen-

(*a*) Hiſt. Acad. Scien. Tom. VII, p. 1. (*b*) Préface du Catal. des étoiles auſtr.

çoient à être conſacrées (*a*), mais il y plaça un monument de ſa reconnoiſſance : il deſſina près du navire un arbre, pour en former une nouvelle conſtellation ; c'eſt le chêne qui ſauva le Roi Charles II dans le tems de ſes infortunes, en le dérobant à la pourſuite de ſes ennemis. La dénomination a été reſpectée des nations étrangeres ; en employant les étoiles de Halley, il falloit bien ſe ſervir des noms qui les diſtinguent. C'eſt l'influence des travaux utiles ; ils communiquent leur importance, ils impriment leur durée à tout ce qui les accompagne.

§. VIII.

PENDANT ſon ſéjour dans l'île de Sainte-Helene, Halley eut l'occaſion d'obſerver un paſſage de Mercure ſur le Soleil. Gaſſendi avoit vu ce phénomène en 1631, Shakerleüs en 1651, Huygens & Hévélius en 1661 ; mais Halley fut le premier qui eut l'avantage de conſidérer le paſſage entier, il vit Mercure entrer ſur le diſque & en ſortir. Les circonſtances particulières d'un phénomène ſont toujours un avantage pour l'obſervateur qui peut les ſaiſir ; mais un homme de génie voit en même tems les faits & les réſultats, & il en tire toutes les conſéquences. Le bonheur qu'avoit eu Halley de voir le paſſage entier, & d'en obſerver la durée, lui valut l'idée d'une méthode pour découvrir la parallaxe du ſoleil ; méthode plus exacte que toute autre, & celle qui a procuré au ſiecle préſent la connoiſſance la plus approchée de la vraie diſtance du ſoleil à la terre. Halley ne donna pas d'abord à ſa méthode toute l'étendue qu'il lui a donnée depuis ; nous allons cependant la développer, & en réunir les détails. Cette idée de la jeuneſſe de Halley a été mûrie par ſon expérience ; mais l'idée première eſt tout, c'eſt la vraie production du génie.

(*a*) *Supra*, Tome I, page 484.

Lorſqu'une planete, comme Mercure, paſſe devant le Soleil, une petite partie de ſon orbite peut être ſuivie de l'œil ſur le diſque lumineux, elle y eſt repréſentée par une ligne, qui eſt une *corde* (*a*) du cercle de ce diſque, & l'étendue de cette partie de l'orbite de Mercure eſt meſurée par le tems du paſſage. Si Mercure étoit abſolument ſans latitude au moment de ce paſſage, ſon orbite ſe confondroit avec l'écliptique, il décriroit le diametre du Soleil, & paſſeroit devant le centre; mais pour peu qu'il ait de latitude, il s'écartera de ce centre & décrira une corde toujours plus courte que le diametre. Voilà ce qui a lieu pour le centre de la terre, mais les parallaxes qui naiſſent à la ſurface, alterent & changent toutes ces apparences. Le ſoleil par ſa parallaxe eſt un peu abaiſſé vers l'horizon du lieu où l'on obſerve; Mercure l'eſt davantage par la ſienne, parce qu'étant alors entre le Soleil & la Terre, il eſt plus proche de nous & ſouffre une parallaxe plus grande. Si les deux parallaxes étoient égales, les deux aſtres ſeroient également abaiſſés, & la route de Mercure ſur le diſque du Soleil ne ſeroit point changée. Mais Mercure ayant une plus grande parallaxe, étant plus abaiſſé, ſemble s'approcher du centre du Soleil, & décrit une corde plus longue, s'il paſſe dans la partie ſupérieure du diſque; il s'éloigne au contraire du centre, décrit une corde plus courte, s'il eſt dans la partie inférieure. On peut donc s'appercevoir de l'effet de la parallaxe par la grandeur de la corde parcourue, & par la durée du paſſage. C'eſt ce qui eſt arrivé à Halley: Mercure vu du centre de la Terre, & ſans parallaxe, devoit parcourir ſur le diſque du Soleil en 1677, ſuivant les Tables de Stréet,

(*a*) Toute ligne menée d'un point à un autre point de la circonférence, toute ligne qui joint les deux extrémités d'un arc de cercle eſt nommée la corde de cet arc; la plus grande de toutes les cordes eſt celle qui paſſe par le centre, c'eſt le diametre.

une corde de 30′ 50″ ; Halley observa la durée du passage de 5ʰ 14′ 20″, & cette durée prouve que la corde parcourue sur le disque étoit de 31′ 14″ ½. Mercure avoit en conséquence suivi une corde plus longue de 24″ ½ ; & ce nombre de secondes étoit l'effet de la différence des parallaxes du Soleil & de Mercure. Le calcul donna 45″ pour la parallaxe horizontale du Soleil (*a*).

§. IX.

Halley soupçonna bien que cette parallaxe étoit trop grande ; il penchoit à croire qu'elle ne s'éloignoit pas de 25″. Flamsteed soupçonnoit, ainsi que Cassini, qu'elle n'étoit gueres que de 10″ (*b*). Les passages de Mercure ne comportent donc pas assez d'exactitude dans les observations pour ces recherches délicates ; Mercure est trop près du Soleil, leurs parallaxes ne different pas assez, & s'annoncent par de trop petits effets. Mais Halley vit d'un coup d'œil que Vénus offroit la précision refusée par Mercure. Vénus s'approche beaucoup de nous ; elle peut avoir une parallaxe assez grande, & dont la différence avec celle du Soleil soit plus sensible. Les effets sur les passages de Vénus sont les mêmes que sur ceux de Mercure, la parallaxe allonge ou accourcit la corde parcourue. Vénus est encore préférable, à cause de son mouvement plus lent que celui de Mercure, un petit changement dans l'espace à parcourir, répond à un tems plus long. Les passages de Vénus ont donc deux avantages sur ceux de Mercure, le premier est celui d'une parallaxe plus grande, qui altere plus la route sur le Soleil, qui produit un accourcissement ou un allongement

(*a*) Catalogue des étoiles australes.

(*b*) Flamsteed mandoit à D. Cassini en 1673, qu'il n'avoit jamais trouvé la parallaxe de Mars en opposition de plus de 25 secondes, & que par conséquent celle du Soleil ne devoit pas surpasser 10 secondes. (*Transactions philosophiques*, année 1673, N°. 96).

plus remarquable ; le ſecond naît de ce que ces différences ſont marquées & rendues plus ſenſibles par plus de tems. Halley n'ignoroit pas, en inventant cette méthode, qu'il ne la pratiqueroit jamais lui-même : depuis le paſſage obſervé par Horrox en 1639, ce phénomène ne pouvoit plus avoir lieu qu'en 1761 (*a*) ; un ſiecle preſque entier devoit s'écouler avant que la nature amenât ce phénomène rare, & que l'aſtronomie pût en recueillir l'utilité. Halley ne ſera plus lorſqu'on ſuivra ſa méthode, lorſque les connoiſſances humaines s'étendront par ſes vues. Mais il peut jouir d'avance de ſa gloire, il voit qu'il vivra dans la mémoire & dans la reconnoiſſance des hommes. Ce paſſage de Vénus, long-tems attendu, excitera l'attention de tous les obſervateurs ; il ne peut arriver ſans renouveler le ſouvenir de Halley : ſon nom ſera répété dans chaque partie du monde ; & ſi les hommes ne ſont pas ingrats, quand ils auront déterminé la diſtance du ſoleil à la terre, cette diſtance qui eſt la meſure de toutes les autres, ils diront de ſiecle en ſiecle, c'eſt au génie de Halley que nous devons cette connoiſſance.

§. X.

L'OUVRAGE où le jeune Halley rendoit un pareil ſervice à l'aſtronomie, étoit, comme nous l'avons dit, l'ouvrage d'un homme mûr. Il revint depuis ſur cette invention, pour lui donner de nouveaux avantages, pour rendre encore les effets de la parallaxe plus ſenſibles, & ſa détermination plus certaine (*b*). Si dans la plupart des lieux de la ſurface de la terre la durée du paſſage differe de celle qui ſeroit obſervée du centre, en obſervant dans un ſeul lieu, on ne peut apprécier

(*a*) Catalogue des étoiles auſtrales. (*b*) Tranſ. phil. 1691, n°. 193; 1716, n°. 348.

l'effet de la parallaxe, qu'en calculant ſur les Tables les circonſtances du phénomène, vu du centre de la terre, pour les comparer à celles qui ont été obſervées. Les Tables les mieux fondées, les plus exactes, ſont toujours des ſuppoſitions plus ou moins proches de la nature, mais ce n'eſt pas elle. Les obſervations ſont des faits qu'elle a fournis ; il vaut donc mieux comparer les obſervations entr'elles, il ne s'agit pour cela que d'obſerver dans deux lieux différens. On pourroit en choiſir un où les aſtres fuſſent aſſez élevés ſur l'horizon, aſſez près du zenith pour n'avoir preſque plus de parallaxe ſenſible, & un autre lieu où ces aſtres, le plus près de l'horizon, ſans atteindre aux vapeurs groſſieres, ſe trouvaſſent aſſez bas pour avoir leur parallaxe dans ſon entier. Alors les apparences ſeroient les plus différentes; on auroit un phénomène qui ſeroit le plus altéré par la parallaxe, & un autre qui ne le ſeroit preſque point, & qui paroîtroit à peu près tel qu'il ſeroit vu du centre de la terre. Mais on peut tirer encore un plus grand parti de cette obſervation & de cette méthode, on peut doubler l'effet de la parallaxe, en obſervant dans deux hémiſpheres de la terre. La parallaxe éloigne les aſtres du zenith: ſi l'on choiſit deux lieux du globe dont les zeniths ſoient les plus éloignés poſſibles, deux obſervateurs obſervant à la fois le ſoleil, qui deſcend ſur un horizon & qui s'éleve ſur l'autre, voyent ſon diſque dans un ſens contraire ; ce qu'un obſervateur voit en haut, l'autre le voit en bas. Il s'enſuit que, comme la parallaxe tend toujours à porter Vénus vers le bord inférieur du Soleil, elle doit déplacer cette planete en ſens contraire à l'égard des deux obſervateurs: pour l'un la planete ſera rapprochée du centre du Soleil, & la durée du paſſage allongée; pour l'autre la planete ſera éloignée du centre, & ſa durée accourcie, & les deux routes obſervées ſeront, l'une

au-deſſous, l'autre au-deſſus de la véritable. On aura donc réellement un effet double de celui qu'on auroit eu, ſi l'on avoit comparé une de ces routes obſervées à celle qui eſt vue du centre de la terre, & qui eſt la ſeule vraie (*a*). On n'a pas beſoin de ſuppoſer rien dans le calcul, tout eſt donné par les obſervations; les deux durées ſont inégales, elles ne peuvent l'être que par la parallaxe, & la parallaxe qui les rend égales, eſt la quantité que l'on cherche. Halley annonça que ſi chaque durée pouvoit être ſaiſie dans la préciſion d'une ſeconde, on auroit la parallaxe du ſoleil à un cinq-centieme près; il reſſerroit peut-être un peu trop les limites des erreurs inévitables. Ce n'eſt pas encore le moment de dire juſqu'à quel point ſon attente a été remplie; mais les durées ſe trouvent aſſez inégales pour fonder une grande préciſion. En choiſiſſant les poſitions & les circonſtances les plus favorables, la différence peut aller à 25 minutes & plus (*b*). C'eſt par cette quantité très-remarquable de 25 minutes de tems que nous ſaiſiſſons la petite parallaxe ſolaire, qui échappe à toutes les autres méthodes. Que nous nous trompions de 10 ſecondes ſur la détermination de ce tems, il n'en réſultera qu'un cent-cinquantieme d'erreur ſur la parallaxe, c'eſt-à-dire, environ un quinzieme de ſeconde, ſi cette parallaxe eſt ſuppoſée de 10 ſecondes. Il ne faut point, en comparant la médiocre étendue de nos inſtrumens avec la grandeur des eſpaces céleſtes, demander comment nous pouvons nous aſſûrer ſur ces inſtrumens d'une ſeconde, & de ſes fractions. Ce que nous appelons une ſeconde, la douze cent

(*a*) Soit (*fig.* 23) N X l'horizon d'un lieu & Z ſon zénith, ſoit *cd* la véritable route de Vénus, telle qu'elle eſt vue du centre de la terre, la parallaxe abaiſſant cette route vers l'horizon, elle deviendra *a b*; ſoit un autre lieu dont l'horizon ſoit O N, & le zenith B, la parallaxe abaiſſant la route *c d*, qui deviendra *e f*, les deux paſſages ſeront différemment altérés, le premier ſera accourci, le ſecond allongé par la parallaxe.

(*b*) M. de la Lande, *Aſtron.* art. 2115.

quatre-

quatre-vingt-ſeize millieme partie de la circonférence d'un cercle eſt un eſpace inſenſible dans le ciel, même quand cet eſpace eſt étendu par le groſſiſſement de nos lunettes, & meſuré ſur nos plus grands inſtrumens. On a vu (*a*) que la parallaxe de Mars, eſtimée d'environ 25 ſecondes, ne s'étoit point manifeſtée d'une maniere certaine par les obſervations. Mais cet eſpace d'une ſeconde, qui n'eſt rien dans le ciel pour notre vue, peut s'augmenter & ſe rendre ſenſible par ſes effets ; c'eſt au génie de l'homme à en prévoir les occaſions. On peut applaudir à l'eſprit humain qui s'eſt aſſujetti l'univers ; aucune choſe ne lui échappe & de ce qui eſt infiniment grand & de ce qui eſt infiniment petit! Les extrémités de la nature ne nous étonnent pas, nous avons trouvé l'art de l'oppoſer à elle-même dans ſes excès. La lumiere ſe meut avec une vîteſſe preſque infinie, elle paroît inſtantanée, l'homme ſe tranſporte aux deux extrémités de ſon orbe, & ce tems, infiniment petit, eſt forcé de ſe dévoiler par un eſpace infiniment grand. Les parallaxes du Soleil & de Vénus, ſont d'une petiteſſe qui ſe refuſe au tact des inſtrumens, l'homme attend que la nature ait amené elle-même Vénus ſur le Soleil ; la planete parcourt avec lenteur ſa route altérée par ces parallaxes, & l'eſpace que la vue ne peut diſtinguer, eſt meſuré par un tems ſenſible.

§. XI.

Depuis que les aſtronômes étoient plus attentifs, les cometes devenoient plus fréquentes. On en avoit vu paroître ſucceſſivement en 1652, 1661, 1664, 1665, & ces cometes avoient occupé D. Caſſini, Auzout & Hévelius. Tant d'apparitions répétées fourniſſoient de nouveaux faits ſur le mouvement

(*a*) *Suprà*, page 367.

des cometes, & donnoient lieu à de nouvelles méditations sur leur nature. D. Cassini en observa deux autres, l'une en 1672, & l'autre en 1677 ; la premiere étoit petite & foible, mais elle lui fournit une remarque singuliere, c'est que sa route étoit à-peu-près semblable à celle de la comete de l'an 1665, & à celle d'une autre comete observée par Tycho en 1577. Cette conformité lui donna lieu de croire que les cometes n'étoient pas destinées à fréquenter toutes les régions du ciel, & qu'elles pouvoient être assujetties à un chemin tracé, à un zodiaque comme les planettes. La comete qui parut en 1677 confirma cette pensée ; elle parcourut encore les mêmes constellations (*a*). D. Cassini marqua donc une zône du ciel à-peu-près de la largeur du zodiaque ; toutes les cometes observées jusqu'alors y avoient été renfermées, & il attendit les cometes futures, pour décider si elles pouvoient s'en écarter (*b*). L'existence de ce zodiaque ne s'est point vérifiée, mais aussi cette idée ne fut-elle qu'un soupçon. D. Cassini étoit trop sage pour rien affirmer légérement ; il notoit avec soin les ressemblances, parce que c'est par elles que se dévoile la marche constante des phénomènes. Le hasard n'a point de regle, & quand les choses arrivent de la même maniere, on soupçonne que des effets pareils découlent des mêmes loix. Cette comete donna encore d'autres idées à Cassini, il remarquoit qu'il en avoit paru une en 1572, une autre en 1772 à cent ans de distance ; qu'il en avoit paru une en 1577, aussi à cent ans de distance de celle qu'il observoit alors : il soupçonna que ces quatre cometes n'en faisoient peut-être que deux ; & il ne douta plus que ces astres ne

(*a*) Réflexions sur la comete, présentées au Roi, p. XVI.

(*b*) Dominique Cassini a renfermé dans deux vers latins les noms des constellations qui se trouvoient dans ce zodiaque.

Antinoüs, Pegasusque, Andromeda, Taurus, Orion, Procyon, atque Hydrus, Cetaurus, Scorpion, Arcus.

(Observ. de la comete de 1681, p. 21.

fuſſent durables, enchaînés par des révolutions périodiques, qui nous les ramenent après de grands intervalles. Il ne fit que confirmer une idée de ſa jeuneſſe, une idée qui avoit une baſe dans l'antiquité, & chez ces anciens Chaldéens dont Apollonius Mindien a conſervé les opinions. Mais nous devons avouer qu'en 1677 cette idée parut encore extraordinaire (*a*). » Il ſemble, dit M. de Fontenelle, qu'on eſt aſſez porté à favo-» riſer un ſyſtême qui aſſujettit à la régularité de tous les autres » corps céleſtes, ces aſtres qui paroiſſoient étrangers dans l'uni-» vers, & au-deſſus de toutes les regles; mais cette penſée, » quoique vraiſemblable, eſt hardie, & a beſoin que quelques » ſiecles la mûriſſent (*b*).

§. XII.

Peu de tems après, & à la fin de l'année 1680, parut la plus belle comete qui eût jamais été obſervée. Le 20 Décembre à Londres, peu après le coucher du ſoleil, & le 22 Décembre à Paris, on apperçut vers le couchant une lumiere extraordinaire qui reſſembloit à un arc-en-ciel, tel que la lune en produit quelquefois. Cette lumiere partoit de l'horizon, étoit fort allongée, & traverſoit pluſieurs conſtellations. Flamſteed & D. Caſſini reconnurent la queue d'une comete, dont la tête étoit près du ſoleil & cachée avec lui ſous l'horizon. Cette tête ſe dégagea bientôt des rayons ſolaires, & parut peu de jours après, avec une grandeur preſque égale à celle de la planete de Jupiter, & avec cette queue énorme qui rempliſſoit une partie du ciel. La comete ſe montra pendant plus de

(*a*) En 1702 on étoit encore ſi peu certain que les cometes fuſſent des planetes, & qu'elles euſſent des retours, que D. Caſſini n'oſoit en faire une regle générale. Il penſoit que toutes les cometes n'étoient pas des planetes. *Hiſt. Acad. Scien.* 1702, p. 69.

(*b*) Hiſt. Acad. Scien. Tom. I, p. 155; *Voy.* auſſi 1699, Hiſt. p. 72.

cinq mois, elle attira l'attention du vulgaire comme des aſtronômes; il y a lieu de croire qu'elle a renouvelé les anciennes terreurs, car on ne propoſe des remedes que pour les maux ſubſiſtans : elle donna lieu au ſavant ouvrage de Bayle. Il combat la ſuperſtition avec une logique preſſante & victorieuſe; mais ſi cette comete fit renaître les craintes ſuperſtitieuſes, elle en fut le terme dans l'Europe éclairée. Caſſini étoit perſuadé, il avançoit que les cometes étoient des aſtres durables, Newton & Halley le démontrerent. Il ne fut plus permis de redouter ces aſtres, qui, comme nous, ſuivent leur vocation, rempliſſent leur deſtinée. Ce ſont des paſſagers que nous rencontrons, qui achevent, comme nous, leur voyage pour le recommencer; nous peuplons avec eux l'univers, nous ſommes des habitans ſoumis aux mêmes loix, mais indépendans les uns des autres.

§. XIII.

DÈS le mois de Novembre 1680, on avoit obſervé en Italie & en Allemagne une comete que quelques aſtronômes jugerent la même que celle qui fut vue en Angleterre & en France au mois de Décembre; D. Caſſini ſoutenoit qu'elle étoit différente (*a*) : la queſtion n'a pu être pleinement réſolue que lorſque le ſecret du mouvement de ces aſtres a été dévoilé par Newton. Si Caſſini ſe trompoit, c'étoit une ſuite de la théorie qu'il avoit adoptée. Le cercle qu'il aſſignoit aux cometes

(*a*) Réflexions préſentées au Roi ſur la comete de 1680, p. VI.

La théorie de Newton, appliquée à cette comete, repréſentoit mal les obſervations d'Italie, mais c'eſt qu'elles étoient très-défectueuſes. Celles que Kirck fit en Saxe furent publiées en allemand, & long-tems ineonnues en Fraoce. Quand elles furent tradnites, elles s'accorderent ſi bien avec la théorie & les mouvemens de la comete obſervée juſqu'en 1681, qoe les diſputes furent terminées. (M. le Monnier, *Théor. des com.*, p. 80).

Tranſ. phil. 1715, N°. 342.

étoit ſi grand, que dans la petite partie qui eſt viſible pour nous, elles paroiſſent ſe mouvoir en ligne droite. Cette hypothèſe differe peu de celle de Kepler (*a*). Cependant Hévélius avoit annoncé une déflexion & une courbure dans leur route: il avoit remarqué que cette déflexion eſt toujours dans la partie de l'orbite la plus voiſine du ſoleil; c'eſt là que la route ſe courbe. Sans anticiper ſur les découvertes futures dont nous rendrons compte, nous pouvons dire d'avance que la courbure ſenſible de l'orbe des cometes eſt dans la proximité du ſoleil. Elles s'avancent vers cet aſtre, elles s'en éloignent par des lignes preſque droites, mais dirigées en ſens contraires; la comete, après avoir paſſé près du ſoleil, ſemble revenir ſur ſes pas. Ceux qui ſuppoſoient que ſon orbite étoit une ligne droite devoient en effet, à ſon arrivée & à ſon retour, la prendre pour deux cometes différentes. On voit en même tems pourquoi Auzout & Caſſini, partis d'une hypothèſe fauſſe, ont pu, après quelques jours d'obſervation d'une comete, annoncer les lieux du ciel où on devoit la voir les jours ſuivans, pourquoi ils ont ſouvent aſſez bien repréſenté toutes les circonſtances de ſon apparition; c'eſt que cette hypothèſe, quant aux apparences, differe peu de la vérité. La route ne s'infléchit qu'aux environs du ſoleil, où la comete eſt rarement viſible. Hors de là la courbute s'évanouit, & l'aſtronôme ne paroît pas ſe tromper, en aſſujettiſſant la comete à ſuivre une ligne droite. Rien n'eſt plus dangereux que ces erreurs qui ont l'apparence de la vérité; elles ſont faites pour être durables. Caſſini, Auzout en France, le chevalier Wren (*b*) en Angleterre,

(*a*) *Suprà*, p. 121.

(*b*) *Gregori Aſtr. geom.*, Tom. II, p. 634. Nous tranſcrivons ici un paſſage de l'hiſtoire des mathématiques, où ſont détaillées pluſieurs inventions & pluſieurs idées attribuées au chevalier Wren. C'étoit un homme de génie, célebre comme grand architecte & comme habile mécanicien. Ce ſont des inſtrumens nouveaux, plus ſubtilement diviſés, ou plus commodément ſuſpendus

faiſoient les mêmes ſuppoſitions, ſuivoient la même méthode; & ſi l'on n'avoit eu que les obſervations aſtronomiques pour ſe déterminer, ſi par une ſuite néceſſaire la théorie des cometes n'avoit été liée au ſyſtême de l'univers, nous n'aurions peut-être pas été plus loin, les cometes ſe mouvroient encore pour nous dans des lignes droites, & la petite différence des effets ſuppoſés aux effets vrais, eût long-tems caché la différence de la marche réelle de ces aſtres à leur marche préſumée. D. Caſſini compara les mouvemens de cette comete de 1680 à ceux de la comete de 1577 obſervée par Tycho, & il penſa que ce pouvoit être la même comete qui reparoiſſoit au bout de 103 ans. Les augmentations & les diminutions de vîteſſe avoient été les mêmes, & ſeulement en différens degrés du zodiaque; mais les planetes, & particulierement la lune ſont dans le même cas. Le point de ſon périgée où elle ſe meut le plus vîte, s'avance dans le zodiaque, & le parcourt en moins de neuf années. Il en pouvoit être de même des cometes, leur périgée pouvoit ſe mouvoir. Caſſini ſe trompoit en ce qu'il comparoit les mouvemens vus de la terre. Or il eſt aiſé de concevoir que deux cometes peuvent être tellement placées dans le ciel, & à des diſtances de la terre qui ſoient telles, que des mouvemens très différens en eux-mêmes, paroiſſent égaux & ſemblables. Les ſtations & les rétrogradations des planetes nous ont

---

que les autres; diverſes additions faites au micrometre; des obſervations ſuivies ſur Saturne & ſon anneau, avec une théorie des apparences de cette planete, écrite, dit-on, avant que celle d'Huygens eût vu le jour; ce qui ſemble dire que M. Wren ſe rencontra avec Huygens dans l'heureuſe explication que celui-ci a donnée de ces apparences. On ajoute à cela une ſélénographie complette, & un globe lunaire repréſentant avec tant de vérité les cavités & les éminences de la lune, que lorſqu'il étoit éclairé & regardé de la maniere convenable, on croyoit voir cette planete telle que la montre le téleſcope; une théorie de la libration de la lune; des eſſais pour déterminer la parallaxe annuelle des fixes; la méthode de calculer les éclipſes de ſoleil par la projection de l'ombre de la lune ſur le diſque de la terre; méthode que le chevalier Wren, dit l'auteur de ſa vie, avoit imaginée dès l'an 1660. *Hiſt. des Math.* T. II, p. 528.

appris que nous ne voyons de la terre que des apparences : on ſe trompe en comparant des illuſions, on ne peut aſſeoir un rapport que ſur des vérités; & cette vérité, ces rapports des mouvemens n'ont lieu que pour le ſoleil qui en eſt le centre.

§. XIV.

Il falloit découvrir la diſtance de cette comete; on jugea d'abord qu'elle étoit plus éloignée que la lune, parce que ſa vîteſſe étoit moindre. Une conſidération fit connoître qu'elle étoit même plus éloignée que le ſoleil. Au moment où elle fut obſervée pour la premiere fois, elle étoit à 22 ½ degrés de diſtance de cet aſtre; cependant ſon diſque, conſidéré avec les plus forts inſtrumens, parut rond & entiérement éclairé : à cette proximité la lune ſe montre ſous la forme d'un croiſſant; la comete eſt donc plus loin que la lune. La queſtion ſera plus complettement réſolue, ſi nous examinons les apparences de Vénus aux tems de ſes deux conjonctions avec le Soleil. Dans l'une, dans la conjonction inférieure, elle eſt en-deçà de cet aſtre, elle a la forme d'un croiſſant; dans l'autre, dans la conjonction ſupérieure elle eſt au-delà, & ſon diſque paroît à-peu-près plein. C'eſt donc une loi néceſſaire, que tout aſtre éclairé par le ſoleil, lorſqu'il eſt vu de la terre, près de ſa conjonction, doit paroître plein, ou à-peu-près, ſi par la diſtance il eſt au-delà du ſoleil, & avec la phaſe du croiſſant, s'il eſt en-deçà. Or le diſque entier de la comete étoit éclairé; elle étoit donc plus éloignée de nous que le ſoleil. Cette preuve ſeroit ſans réplique aujourd'hui, mais dans ce tems où la nature des cometes, le centre & le ſens de leur mouvement étoient incertains & problématiques, on pouvoit répondre qu'elles n'étoient pas éclairées du ſoleil. Il fallut donc chercher ſi cette grande comete avoit une parallaxe; Caſſini & Picard

s'en occuperent, & multiplierent les opérations délicates. Caſſini employoit la même méthode que pour la parallaxe de Mars. L'un & l'autre s'aſſurerent que la parallaxe étoit ſenſible, mais petite, & que la comete étoit au moins vingt-cinq fois plus éloignée que la lune (*a*).

En 1682, au milieu des réjouiſſances publiques pour la naiſſance de M. le Duc de Bourgogne, il parut une comete dans la conſtellation de l'Ourſe (*b*). Picard remarqua que dans des circonſtances ſemblables de réjouiſſances faites à Prague, il avoit paru en 1607, auſſi dans la conſtellation de l'Ourſe, une comete qui fut obſervée par Kepler. Celle-ci ne parut qu'un mois ; mais toutes deux devoient offrir des conformités plus curieuſes & plus utiles : ce ſont elles qui ont réſolu une grande queſtion. La comete éclatante de 1680, remarquable par la longueur de ſa queue, par la durée de ſon apparition, a produit plus de travaux qu'elle n'éclaircit de doutes. Cette petite comete, qui parut peu de tems & ſans bruit, eſt venue nous inſtruire ; elle a fait juger le procès des cometes, & elle a conduit le génie de Halley pour dévoiler entiérement leur nature (*c*).

Il ſemble que l'on fut tenté alors de regarder les cometes comme des ſatellites de la terre, car M. de Fontenelle obſerve que *ſi celle-ci appartient au même ſyſtême que la lune* (*d*), elle ne peut être que fort au deſſus. D. Caſſini conſidérant l'intervalle immenſe, qui ſépare le cercle de la lune & l'orbe de

---

(*a*) Caſſini, *Obſerv. de la comete de* 1680, p. 37.
Mémoires de l'Acad. des Scien. Tom. I, p. 217.

(*b*) Hévélius a obſervé que du noyau de cette comete il ſortoit un rayon courbe, qui ne ſe confondoit pas avec la queue, & dont il a donné la figure dans les *Tranſac. philoſoph.* 1683, N°. 143. On n'a rien vu de ſemblable en 1759.

(*c*) Voy. *Infrà*, Liv. XIV.

(*d*) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. I, pag. 217.
Voy. auſſi 1699, p. 37.

Vénus

Vénus, fit remarquer que la terre pouvoit avoir un ſecond ſatellite infiniment plus éloigné que la lune, à une diſtance 64 fois plus grande, lequel, conformément à la loi de Kepler; auroit une révolution 312 fois plus longue, ou de près de 42 ans. Une cauſe phyſique, ſemblable à celle qui a lieu pour le cinquieme ſatellite de Saturne, pourroit nous cacher le plus ſouvent cette ſeconde lune, nous ne la verrions que dans une petite partie de ſon cours. *Mais enfin elle ſeroit viſible*, dit M. de Fontenelle, *& elle n'auroit pas apparemment évité les regards de tant d'obſervateurs depuis quelques milliers d'années* (*a*). D. Caſſini penſoit peut-être qu'on l'avoit vue & qu'on l'avoit priſe pour une comete. Les préjugés laiſſent des traces, même après qu'ils ſont détruits : les cometes avoient ſi long-tems occupé l'atmoſphere, & tenu leur place parmi les météores; elles avoient été ſublunaires, tournant avec la terre, & faiſant partie de ſa ſphere. Lorſqu'on les fit ſortir de l'atmoſphere pour les reléguer fort au-delà de notre lune, on regrettoit de perdre tout empire ſur elles, & on penchoit à les garder dans notre ſyſtême.

§. XV.

D. Cassini & Roëmer firent en 1677 une obſervation curieuſe (*b*). Les ſatellites de Jupiter ne ſont viſibles que par les lunettes, ils ne ſe montrent que comme des points brillans; aucun téleſcope n'a pu encore faire appercevoir l'étendue & la rondeur de leur diſque. On avoit vu des taches ſur le Soleil, ſur les planetes de Jupiter, de Mars, de Saturne, de Vénus, on en avoit cru voir même ſur les cometes (*c*); la diſparition

(*a*) Mémoires de l'Acad. des Sciences, Tom. I, p. 217.

(*b*) *Ibid.* p. 173.

(*c*) *Suprà*, p. 241.

du cinquieme ſatellite en fait légitimement ſuppoſer de très-grandes à ſa ſurface. Mais les taches ſuppoſées dans ce ſatellite, on les imagine, l'eſprit les voit par leurs effets, l'œil ne les voit pas. Il ne s'agiſſoit plus, pour nous étonner nous-mêmes de notre induſtrie, que de découvrir & de voir des taches ſur les globes imperceptibles des ſatellites de Jupiter. Les taches ſont les détails d'une ſurface, il eſt aſſez étrange de diſtinguer les détails des choſes dont l'enſemble échappe à la vue par la petiteſſe; c'eſt cependant ce qui eſt arrivé. Lorſque les ſatellites de Jupiter paſſent devant lui & ſur ſon diſque, leur lumiere ſe confond avec la ſienne, & ils diſparoiſſent. Dominique Caſſini avoit remarqué dès 1665 (*a*) l'ombre qu'ils jettent ſur la planete, ombre qui entre avant ou après eux ſur le diſque, & qui y fait la même route. Les parties de ce globe s'éclipſent, comme celles de la terre, ſucceſſivement, l'ombre eſt mobile comme celle de la lune. C'étoit beaucoup d'avoir apperçu cette ombre, & les éclipſes de ſoleil qui arrivent ſur ce globe ſi éloigné de nous. D. Caſſini avoit tellement approfondi la théorie de ces mouvemens, que l'on pouvoit toujours calculer non ſeulement l'inſtant où les ſatellites entrent ſur le diſque & en ſortent, mais encore les inſtans différens de l'entrée & de la ſortie de leur ombre. On pouvoit donc ſe rendre compte de tout ce qui concerne ces paſſages. On vit en 1677 ſur le diſque de Jupiter une tache ronde & mobile, qui n'étoit point l'ombre d'aucun ſatellite, & qui avoit la même vîteſſe que le quatrieme, qu'on ſavoit être ſur le diſque. Il parut évident que la tache étoit dans le ſatellite même & ſur ſon globe, on en fut convaincu, lorſque la tache parvenue au bord de Jupiter, diſparut au moment de ſa ſortie, & que le ſatellite

(*a*) Maraldi, *Mém. Acad. Scien.* 1714.

quittant le fond lumineux de la planete, ſe fit voir auſſi-tôt. Cette ſortie inſtantanée de la tache & du ſatellite, la diſparition de l'un & l'apparition ſubite de l'autre démontrent que la tache & le ſatellite ne faiſoient qu'un même objet. Cette découverte eſt peut-être une des plus ſingulieres de celles qui ont été permiſes à la ſagacité humaine. On demandera comment il eſt poſſible que ces taches, qui doivent être très petites ſur une ſi petite ſurface, deviennent cependant ſenſibles lorſqu'elles ſe rencontrent ſur le diſque de Jupiter. Nous imaginons que relativement au peu d'étendue de l'eſpace, la lumiere du ſatellite eſt trop vive pour laiſſer diſtinguer ces taches de ſon globe. Sans doute on ne diſtingueroit pas les taches du Soleil, ſi le verre noirci n'affoibliſſoit pas ſa lumiere; c'eſt ce qui arrive au ſatellite lorſqu'il entre ſur Jupiter: ce n'eſt pas que l'éclat de la planete ſoit plus grand que le ſien, la mais maſſe de lumiere eſt plus conſidérable, elle éteint celle du ſatellite, ou du moins elle la diminue, aſſez pour que le peu de rayons renvoyés par la tache ne ſoient plus effacés, & parviennent librement à notre organe.

§. XVI.

Ce phénomène a été conſtaté par des obſervations répétées (*a*). L'apparence des ſatellites eſt diminuée par ces taches, & ils nous paroiſſent plus petits qu'ils ne ſont réellement; c'eſt pour cette raiſon que l'ombre du quatrieme paroît quelque

(*a*) D. Caſſini a vu depuis une ſemblable tache ſur le diſque du troiſieme ſatellite: *Mém. Acad. Scien.* T. II, p. 141. Maraldi en vit une ſur le quatrieme en 1713: *ibid.* ann. 1714, p. 26. Pound en a vu en 1719, *Tranſ. phil.* 1718, N°. 359. M. Meſſier en 1760: *ibid. Tranſ.* 1769. Pound remarque qu'il a quelquefois diſtingué le premier & le ſecond ſatellite après leur entrée ſur le diſque, ayant une lumière un peu différente de celle de Jupiter. Mais lorſqu'ils s'avançoient vers le milieu, on ne pouvoit plus les voir; ce qui prouve ce que la théorie enſeigne, que la lumiere d'un diſque a plus d'intenſité vers le centre que ſur les bords: *Tranſ.* 1718.

fois plus grande que le ſatellite même ; du moins autant qu'on en peut juger par la comparaiſon de deux objets qu'on n'a pas enſemble ſous les yeux, & qu'on ne voit que ſucceſſivement. Ces taches ne ſont pas toujours obſervées dans les paſſages des ſatellites ; D. Caſſini en conclut avec raiſon que leurs globes pourroient avoir un mouvement de rotation ſur leur axe, qui nous expoſe tantôt un hémiſphere chargé de taches, tantôt un hémiſphere entierement lumineux, ou du moins ſans taches apparentes (*a*). Mais Maraldi fit en 1713 une remarque trop importante pour n'en pas faire mention. Les taches que Dominique Caſſini avoit obſervées en 1665 & 1677, étoient toutes deux ſur le quatrieme ſatellite. Les deux obſervations ont été faites après un intervalle de douze ans, qui eſt celui de la révolution de Jupiter. Maraldi revit encore une tache ſur ce même ſatellite en 1713, après trois révolutions de Jupiter : il ſembleroit donc que la vue de ces taches ſeroit dépendante du mouvement de la planete dans ſon orbite, & il eſt aiſé de ſentir comment cela peut arriver. Suppoſons que la rotation du quatrieme ſatellite, conformément à celle de la Lune & du cinquieme ſatellite de Saturne ſoit préciſément égale à la révolution périodique de ce ſatellite autour de Jupiter, il lui préſentera toujours, comme la Lune à nous, la même face. En même tems dans le cours de ſa révolution, il développera ſes différens aſpects au Soleil & à nous qui le voyons à peu près comme le Soleil ; ces aſpects ſeront toujours les mêmes dans les mêmes points de ſon orbite. Conſidérons maintenant les circonſtances du paſſage des ſatellites ſur le diſque de Jupiter ; ces paſſages ont lieu lorſque les ſatellites ſe trouvent dans la ligne menée de Jupiter à la Terre, mais pendant que le ſatellite

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. T. I, p. 174.

marche dans ſon orbite, cette ligne marche auſſi, à cauſe du mouvement de Jupiter. Quand le ſatellite a paſſé ſur le diſque étant dans un point de ſon orbite, il ne ſuffit pas, pour y repaſſer, qu'il ait accompli ſa révolution, & qu'il ſoit revenu au même point, il faut qu'il faſſe encore tout le chemin que Jupiter a fait dans l'intervalle; & lorſqu'il repaſſera une ſeconde fois ſur le diſque, il ne ſera plus dans le même point, il n'aura plus pour nous préciſément le même aſpect, ces différences s'accumuleront avec les révolutions du ſatellite, les aſpects changeront d'aurant plus, nous verrons ſucceſſivement le globe entier, & les mêmes aſpects n'auront lieu qu'après une révolution de Jupiter. Ces taches peuvent donc redevenir viſibles après douze ans, pourvu qu'on ſuppoſe que le ſatellite a une rotation égale à ſa révolution autour de Jupiter. Il ſeroit donc utile de ſuivre tous ces paſſages, & d'en examiner les circonſtances relativement à ces taches viſibles. Cette recherche ſeroit d'autant plus curieuſe, qu'en ajoutant un phénomène de plus à nos connoiſſances aſtronomiques, elle nous conduiroit à une loi générale pour la rotation des planetes ſecondaires, qui ſeroit toujours égale à leur révolution périodique. En parcourant les travaux des différens ſiecles, on trouve ſouvent des obſervations qui ont été abandonnées, & des vues qui n'ont pas été ſuivies. L'hiſtoire de l'aſtronomie expoſe devant nous le tableau des connoiſſances humaines & de leurs progrès; elle a encore l'avantage de nous ramener ſur nos pas aux ſources des découvertes, & de nous remettre ſur la voie de celles qui ont pu être négligées.

§. XVII.

Hévélius, qui dans ſa longue pratique de l'aſtronomie avoit reconnu les imperfections du Catalogue des étoiles de

Tycho, ſentoit la néceſſité d'en établir un autre ſur de meilleures obſervations. Les étoiles, qui ſont l'armée du ciel, ont des cohortes ſi nombreuſes, qu'il étoit effrayé de l'entrepriſe (*a*). Jadis on avoit eu peine à les compter, le deſſein de les obſerver les unes après les autres annonçoit un travail long & pénible; Hévélius craignoit que ſa vie n'y ſuffît pas, il acheva cependant: il vint à bout d'une entrepriſe, qui avant lui n'avoit été remplie dans ſon entier que par Hypparque & par Tycho, & ce travail le plaçoit à leur rang. Il publia en 1673 la premiere partie de ſon grand ouvrage, intitulé *Machina cæleſtis;* où il expoſe les moyens qu'il a employés. C'eſt une hiſtoire des progrès de la ſcience, un détail des inſtrumens anciens & de leurs uſages, enſuite une deſcription des ſiens. Il explique la conſtruction des téleſcopes, celui dont il s'eſt ſervi, conſtruit par Buratini, avoit cent quarante pieds de longueur. Hévélius décrit la machine qui en rendoit l'uſage auſſi facile que celui d'une lunette de vingt pieds. Mais on peut voir par les détails & les planches de l'ouvrage que cette facilité étoit le fruit d'une grande dépenſe. Il falloit beaucoup de ſecours, de ſoins & d'embarras pour aider l'obſervateur, qui avoit beſoin d'être riche comme Hévélius. Il falloit encore obſerver en plein air; & tant de difficultés devoient reſtreindre à des cas très-rares l'uſage de cette machine compliquée.

La ſeconde partie de cet ouvrage parut en 1679; elle renferme toutes les obſervations de ce laborieux aſtronôme pendant quarante-trois années (*b*), & particuliérement les obſervations

(*a*) Hévélius, *Machina cæleſtis*, Tom. I, pref. p. 60.

(*b*) Hévélius a donné en 1685 la ſuite de ſes obſervations dans un ouvrage intitulé *annus climatericus*, parce qu'en effet cette année étoit la grande année climatérique, la quarante-neuvieme de ſes obſervations commencées en 1636. Il mourut peu de tems après & en 1687, âgé de ſoixante-ſeize ans.

d'où il a déduit ſes poſitions des étoiles, dont le Catalogue ne parut qu'après ſa mort (*a*). Cette ſeconde partie eſt devenue très-rare, parce que l'édition preſque entiere a péri dans un violent incendie, qui conſuma le 26 Septembre de cette même année 1679 la maiſon, les inſtrumens & les livres d'Hévélius. La perte des biens eſt ſenſible à tous les hommes (*b*), mais les livres, les papiers, ſemblent des richeſſes plus chères, en raiſon de ce que la gloire eſt préférable à la fortune. Les livres ſont encore des amis qui ne nous abandonnent jamais, & qui ſouvent nous conſolent. Il faut s'être livré au deſir d'acquérir des connoiſſances, pour ſe figurer le deſeſpoir d'un homme qui perd la bibliothèque qu'il a conſultée, les inſtrumens qui ont aidé ſes recherches, & qui voit dévorer par les flammes les compagnons de ſes travaux paſſés, & l'eſpérance de ſes travaux futurs.

Le Catalogue des étoiles d'Hévélius eſt intitulé *Firmamentum Sobieskianum*, le ciel de Sobieski; il eſt ainſi dédié à un homme célebre, à un Roi (*c*) qui avoit réellement fait de grandes choſes. Hévélius, pour immortaliſer plus ſûrement ce héros de ſa patrie, forma entre Antinoüs & le ſerpentaire une conſtellation qu'il nomma l'*Ecu de Sobieski*. C'étoit le bouclier de la foi que ce prince avoit défendue contre les ennemis de la religion (*d*). Le nom d'Hévélius, celui de Sobieski, ont fait conſerver cette conſtellation; elle eſt demeurée dans le ciel,

---

(*a*) Ce catalogue contient quinze cent cinquante étoiles. Hévélius ajouta pluſieurs conſtellations aux anciennes, ſavoir, le Monoceros ou la Licorne, le Cameléopard ou la Giraffe, le Sextant d'Uranie, les Chiens de chaſſe, le petit Lion, le Linx, le Renard, l'Ecu de Sobieski, le Lezard, le petit Triangle & le Cerbere. Elles ſont marquées en lignes ponctuées ſur les planiſpheres de notre premier volume.

(*b*) Weidler, p. 487, dit que cette perte d'Hévélius dans cet incendie, fut eſtimée à 30000 *impériales* dont nous ignorons la valeur.

(*c*) Jean Sobieski, Roi de Pologne, qui fit lever en 1683 le ſiege que les Turcs avoient établi devant Vienne.

(*d*) *Firmamentum Sobiesk.* p. 115.

quoique ces hommages nationaux ſoient des plantes locales, qui vivent peu quand elles ſont tranſplantées. L'aſtronôme, dans ce travail, a mieux réuſſi pour la gloire d'autrui que pour la ſienne. Ce Catalogue des étoiles ne remplit point l'objet qu'Hévélius avoit en vue : les poſitions données par Tycho étoient défectueuſes; celles-ci devoient être meilleures pour pouvoir les remplacer. Mais quoique Hévélius eût abſolument rejeté tous les inſtrumens de bois, & n'en eût conſtruit que de métal, d'une grandeur conſidérable, ſans épargner ni ſoins ni dépenſes, cependant il perdit le prix de ſes veilles & de ſon travail par ſon obſtination à ne pas vouloir appliquer des lunettes à ſes inſtrumens. Il conſerva les alidades & les pinnules, tandis que tous les aſtronômes employoient des inſtrumens à lunette (*a*). Il ne fut pas au niveau de ſon ſiecle; il vouloit ſurpaſſer le ſiecle précédent, & ne pouvoit avoir que le même degré d'exactitude. Son attente a été trompée, il comptoit élever à ſa gloire un monument ſolide; en laiſſant une deſcription du ciel, qui n'a de valeur & de durée que par l'exactitude, il ne fit rien de plus que Tycho. Ses déterminations qui n'avoient point ſuivi les progrès du tems, qui auroient été bonnes cent ans auparavant, étoient déjà vieilles, & furent preſque inutiles au moment de leur naiſſance.

§. XVIII.

Ce n'eſt pas qu'Hévélius ne fût un grand obſervateur, il

(*a*) Hévélius eut une grande diſcuſſion avec Hook ſur ce ſujet : il oppoſoit toujours l'exactitude de ſes obſervations; cette exactitude étoit une illuſion. Hévélius, avec ſon ſextant, avoit obſervé les diſtances de huit étoiles; & il trouvoit que la ſomme de ces diſtances étoit préciſément de trois cens ſoixante degrés. Mais Halley a remarqué que cet accord prouve que les obſervations n'étoient pas exactes; car les diſtances étant accourcies par la réfraction, il auroit dû trouver une quantité moindre que trois cent ſoixante degrés. (*Tranſac. philoſ.* 1721, N°. 368).

a rendu des ſervices eſſentiels à l'aſtronomie ; nous avons détaillé ſes travaux avec la juſtice qui lui eſt due. Il a vu le ciel & ſuivi ſes phénomènes pendant cinquante années. La précieuſe collection d'inſtrumens qu'il s'étoit formée lui donne ſur les autres obſervateurs une ſupériorité inconteſtable dans les trente premieres années, mais dans les vingt dernieres où les méthodes, les inſtrumens avoient reçu des perfections qu'il n'adopta pas, il ne peut ſoutenir le parallèle des aſtronômes contemporains.

Les progrès rapides que l'aſtronomie fit à cette époque, & dans l'intervalle de vingt ans écoulés depuis 1667 juſqu'en 1687, ſont dûs à cette perfection des méthodes & des inſtrumens, & en même tems aux méditations, aux vues de pluſieurs hommes de génie ſur les cauſes & ſur les principes de la nature. La théorie & la pratique s'avançoient de front ; les effets indiquerent les cauſes, les cauſes rendirent compte des effets : on marchoit à la clarté d'une double lumiere, on voyoit les faits, & à la fois on voyoit qu'ils devoient être ainſi. Quoique les faits ſoient toujours des vérités, nous devons nous défier de notre maniere de voir, qui eſt ſouvent trompeuſe ; mais lorſque la méditation donne le même réſultat que l'expérience, nous avons deux témoins de la vérité, l'un hors de nous, l'autre en nous, l'obſervation & la raiſon.

§. XIX.

Le tems approchoit où la théorie alloit s'étendre, la découverte des loix de la chûte des corps devoit avoir des uſages nombreux, & produire des découvertes. Ce n'eſt pas qu'elle n'ait été conteſtée, ceux qui apportent des vérités ne ſont pas les mieux reçus parmi les hommes. Riccioli n'aimoit point les partiſans du mouvement de la terre, il avoit applaudi à la

condamnation de Galilée, & il cherchoit à le trouver en défaut ſur l'accélération des graves. Il a répété avec un grand appareil, & devant un concours de ſavans aſſemblés, les expériences qui en ont montré la loi ; mais ſes efforts n'ont ſervi qu'à la rendre plus certaine. Du haut d'une tour élevée de 280 pieds, il fit tomber des corps, & les eſpaces parcourus augmenterent comme Galilée l'avoit annoncé, ſuivant les nombres impairs ; & furent depuis le commencement de la chûte, dans la raiſon du quarré des tems (*a*). L'expérience confirmoit donc la théorie, elle étoit d'accord avec la raiſon de Galilée, qui avoit enſeigné que la force de la gravité eſt toujours agiſſante, que les corps en tombant reçoivent à chaque inſtant un égal degré de vîteſſe ; car il réſulte de cette théorie que les eſpaces parcourus doivent croître comme les quarrés des tems. Voilà bien la loi de l'accélération, mais elle ne fait point connoître la force de la gravité à la ſurface de la terre. Cette force ne peut être appréciée que par ſes effets ; il faut que l'expérience indique l'eſpace parcouru dans une ſeconde, en vertu de la peſanteur, la loi connue nous apprendra les eſpaces de la chûte dans tous les tems poſſibles. Riccioli trouva par ſes expériences faites avec ſoin, & pluſieurs fois répétées, que dans la premiere ſeconde les corps tombent de 15 pieds (*b*). Ils tombent donc de 60 pieds en deux ſecondes, de 135 pieds en trois ſecondes, &c.

§. XX.

Huygens confirma cette détermination d'une maniere ingénieuſe, & par les propriétés de la cycloïde. La géométrie démontre que le tems de la chûte d'un corps le long d'un arc

(*a*) *Suprà*, p. 81.

(*b*) Ric. Almag. T. I, p. 90 ; T. II, p. 387.

cycloïdal, eſt au tems de la chûte le long de l'axe de la cycloïde, comme la circonférence du cercle eſt à ſon diametre. Le tems par un arc de la cycloïde eſt la durée de la vibration d'un pendule, l'axe de la cycloïde eſt la moitié de la longueur du pendule. Or le poids, attaché au pendule de trois pieds huit lignes & demie, faiſant une vibration en une ſeconde, il eſt aiſé de calculer qu'il employeroit dix-neuf tierces (*a*) & un dixieme pour tomber d'une hauteur égale à la moitié du pendule, c'eſt-à-dire, de 18 pouces 4 lignes & un quart; & puiſque les eſpaces de la chûte ſont comme les quarrés des tems, s'il tombe de 18 pouces 4 lignes un quart en 19 tierces & un dixieme, on trouve qu'en une ſeconde il romberoit de 15 pieds un pouce. L'accord de ces deux déterminations donne un réſultat infiniment sûr; mais la déterminarion d'Huygens a beaucoup plus de préciſion que celle de Riccioli. On ne peut faire tomber les corps que de hauteurs très-petites, & qui ſont bientôt parcourues; l'eſpace peut être exactement meſuré, mais la moindre erreur ſur le tems altere ſenſiblement le réſultat; au lieu que les propriétés de la cycloïde étant rigoureuſement démontrées, l'expérience du pendule ne comporte aucune erreur ſenſible. On peut meſurer la longueur du pendule qui bat les ſecondes, avec autant de ſoin, de tems, & autant de fois qu'on veut: & cette longueur eſt déterminée par des obſervations aſtronomiques très-exactes; il faut que l'horloge, à laquelle ce pendule eſt appliqué, marque 24 heures ou 86400 ſecondes entre deux midis, entre deux paſſages conſécutifs du ſoleil au méridien. Quand on ſe tromperoit de quelques ſecondes ſur la durée de cet intervalle, l'erreur partagée à ce nombre de 86400 ſeroit bien légere; il s'en faudroit

(*a*) Soixante tierces ſont une ſeconde.

infiniment peu que le pendule ne battît préciſément les ſecondes. On peut donc regarder comme une vérité rigoureuſement conſtatée, que les corps, en tombant, parcourent quinze pieds un pouce dans la premiere ſeconde du tems de leur chûte.

§. XXI.

HUYGENS, dans ſes méditations ſur les horloges & ſur l'application du pendule, ne conſidéra pas ſi long-tems le mouvement des corps qui oſcillent ſuſpendus à un centre par une verge inflexible, ſans faire attention à cette force centrifuge née du mouvement circulaire, & inventée ou renouvelée par Deſcartes. Ce grand homme s'étoit contenté de l'indiquer. Huygens en donna la meſure & les loix; il vit qu'elle eſt plus grande dans les cercles plus petits. Un corps mu circulairement tend toujours à s'échapper par la tangente (*a*): dans les cercles d'un long rayon la courbure eſt dans un grand eſpace aſſez peu ſenſible, elle s'éloigne & differe infiniment peu de la ligne droite qui la touche, la tendance meſurée par cet écart ne peut être que légere; dans les petits cercles, la courbure en moins d'eſpace eſt plus marquée, elle s'écarte plus promptement de la tangente; l'effort qui tend à y porter le corps eſt donc plus grand. En même tems cette force centrifuge eſt d'autant plus conſidérable que les corps circulans ont plus de vîteſſe (*b*); nous l'avons dit, un corps qui marche avec plus de vîteſſe eſt capable de plus d'effort, eſt revêtu de plus de force (*c*): telles ſont les loix de la force centrifuge. Mais ce que ces méditations valurent à Huygens & à l'aſtronomie,

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtronomie moderne, *Suprà*, p. 185.

(*b*) *Hugenii Opera*, p. 188.

(*c*) *Suprà*, p. 67.

c'eſt la découverte d'une nouvelle, d'une ſeconde force eſſentielle au mouvement circulaire, la force *centrale* ou *centripete.* Le mécaniſme de Deſcartes par la force centrifuge étoit deſtructeur ; des choſes qui tendent à ſe ſéparer, & qui cependant ſubſiſtent enſemble, ſont retenues par un lien ; Huygens découvrit ce lien qui aſſujettit un corps dans la voie courbe d'un cercle ; c'eſt la force qui tend au centre, force qui eſt toujours & préciſément égale à la force centrifuge. Quand vous lancez & faites tourner une pierre attachée à un fil, la pierre tire & tend le fil, vous ſentez l'effort qu'elle fait pour s'échapper, c'eſt l'effet de la force centrifuge. Mais le fil retient la pierre, il emploie donc un effort pour l'arrêter, un effort contraire à celui qui tend à l'éloigner ; cet effort c'eſt la force centripete, qui eſt dirigée vers la main où eſt le centre du mouvement & du cercle décrit. Cet effort eſt préciſément égal à celui de la force centrifuge : s'il étoit plus grand, le fil deviendroit lâche, & la pierre finiroit par tomber ſur la main ; s'il étoit plus foible, le fil romproit, comme on l'éprouve, lorſqu'on attache un poids trop fort à un fil de ſoie ou à un cheveu ; mais le fil eſt tendu, il ne rompt pas, les deux efforts ſont égaux ; les deux forces oppoſées, dont l'une tend ſans ceſſe à éloigner le corps du centre, & l'autre ſans ceſſe à l'y ramener, ſe balancent & ſe détruiſent. C'eſt par cette égalité & par cette compenſation que le corps eſt forcé de décrire un cercle ; il ne peut ni s'approcher, ni s'écarter du centre, & il conſume ſa vîteſſe dans la route circulaire qui lui conſerve toujours la même diſtance.

§. XXII.

Les loix de la chûte des graves, découvertes par Galilée, fournirent une meſure des vîteſſes dont nous croirions volon-

tiers que Huygens eſt l'inventeur. Les corps tombent, & dans leur deſcente reçoivent continuellement des augmentations de vîteſſe. Toutes les vîteſſes poſſibles peuvent donc être acquiſes en partant d'une hauteur ſuffiſante. Les degrés différens peuvent donc être eſtimés, meſurés par des hauteurs relatives. Si un corps tombé rencontre un obſtacle, un plan horizontal qui l'arrête, il n'y aura plus d'accélération, puiſqu'il ne tombe plus, mais la vîteſſe acquiſe ne peut pas être perdue, il roulera uniformément ſur ce plan, avec la vîteſſe qu'il tient de la hauteur de ſa chûte. Huygens s'étant démontré que pour qu'un corps décrivît un cercle, il n'y avoit qu'un certain degré de vîteſſe qui pût rendre la force centrifuge égale à la force centripete, chercha de quelle hauteur le corps devoit tomber, il trouva que cette hauteur devoit être égale à la moitié du rayon du cercle qu'on vouloit lui faire décrire (*a*). Toutes ces vérités de théorie que nous préſentons ſont des faits amaſſés pour l'explication des phénomènes céleſtes. Depuis Huygens, on a pu voir qu'il faut deux forces pour décrire un cercle; avec deux forces nous n'avons plus beſoin de cieux ſolides, ni de rainures pratiquées, pour y faire rouler les planetes; nous pouvons ne nous plus étonner de les voir ſuſpendues dans le vague de l'air & des cieux, ſans que leur poids les précipite. Cela n'eſt pas plus ſingulier qu'un corps qui repoſe attaché à un fil; ſi ſon poids le ſollicite à deſcendre, la réſiſtance du fil le retient; le repos réſulte de deux efforts contraires; la conſervation des diſtances des planetes a le même principe. Cependant Huygens ne paroît pas avoir fait cette application que nous offrons ici par anticipation à nos lecteurs. Ce fut l'ouvrage de Newton, comme on le verra dans le livre ſuivant.

(*a*) *Hugenii Opera*, p. 189.

Huygens ne conſidéra la force centrifuge que dans les corps qui circulent retenus par des fils ; il appeloit force centrale la réſiſtance du fil. La vérité mathématique ſe montra iſolée, il oublia la phyſique céleſte : il ne conſidéra que le théorême de géométrie, & il ne vit point le principe de la nature.

§. XXIII.

Tandis que Huygens ſe bornoit à un théorême de géométrie, Hook en Angleterre avoit des vues phyſiques & profondes qui manquerent du ſecours de la géométrie. Hook fut un homme de génie (*a*) ; ce qui caractériſe particuliérement cette faculté ſi rare de l'eſprit, c'eſt un regard étendu qui apperçoit au loin les découvertes poſſibles, qui voit ce qui manque, & ce qu'il faut chercher. Hook s'occupa de tout ce qui pouvoit faire marcher l'aſtronomie : il fut obſervateur, il remarqua les taches de Jupiter & de Mars, & il ſoupçonna leur rotation, que D. Caſſini a déterminée (*b*). On le verra tenter de meſurer la diſtance des étoiles à la terre (*c*). Il perfectionna l'optique, & ſon imagination s'enflammoit de l'idée des progrès qu'elle pouvoit faire. Il prétendit à l'application des lunettes aux quarts de cercles, mais dans ſon pays même il avoit été prévenu par ſon compatriote Gaſcoigne (*d*), & ni l'un ni l'autre n'avoient rien publié avant Picard & Auzout. Cependant la chaleur avec laquelle il défendit contre Hévélius cette application, qui ſe ſeroit elle-même défendue, pourroit faire penſer qu'il y avoit quelque intérêt (*e*). Il propoſa de faire mouvoir

(*a*) Hook eſt l'inventeur du reſſort ſpiral qui ſert à régler les montres ; invention auſſi ingénieuſe qu'utile. (*Hiſt. des Math.* T. II, p. 405.

(*b*) *Suprà*, p. 320

(*c*) *Infra*, Liv. XIV. Nous les réunirons aux recherches ſemblables de Flamſteed & de D. Caſſini.

(*d*) *Suprà*, p. 269.

(*e*) Reflexions *on the first part of the Machina cæleſtis*, &c. of Hévélius, ann. 1674.

le limbe des quarts de cercle par le moyen d'un rouage ; les mouvemens, les pas preſque inſenſibles de ce limbe ſeroient comptés & meſurés ſur un cadran (*a*). Il tranſportoit ainſi aux grands inſtrumens le mécaniſme des micrometres, & cette idée auroit pu être utile, ſi depuis l'on n'avoit pas appliqué le micrometre même à ces inſtrumens.

§. XXIV.

Mais ce qui lui fait le plus d'honneur, ce ſont ſes idées ſur le ſyſtême du monde, & ſur la cauſe cachée des mouvemens céleſtes (*b*). Le ſyſtême que ſon génie s'étoit formé, les cauſes qu'il voyoit dans la nature ſont établies ſur trois principes très-ſimples. Le premier avoit été apperçu par Képler ; Galilée & Deſcartes, qui les premiers ont médité ſur le mouvement ; c'eſt que les corps qui ont un mouvement ſimple continueroient à ſe mouvoir en ligne droite, ſi quelque force ne les en détournoit ſans ceſſe, & ne les contraignoit à décrire un cercle, une ellipſe, ou quelque courbe plus compoſée. On voit ſeulement dans cette expoſition une généralité que n'avoient point les premiers apperçus de ce principe ; c'eſt l'effet du progrès des lumieres. A meſure que les faits s'amaſſent, les principes s'étendent & ſe généraliſent. Dans la penſée de Tycho, un corps retiré ſans ceſſe de la ligne droite, n'auroit jamais décrit qu'un cercle ; Képler l'auroit toujours vu ſuivre une ellipſe ; Hook plus avancé, vivant dans un ſiecle où les géometres conſidéroient une infinité de courbes ne reſtreignit

(*a*) *Ibid.* p. 46. Weidler, p. 514. Il paroît qu'on avoit appliqué un mécaniſme ſemblable aux inſtrumens dont Flamſteed s'eſt ſervi dans l'obſervatoire de Greenwich. Cet aſtronôme donne toujours les diſtances qu'il a obſervées, & par les tranſverſales, & par les révolutions de la vis qui faiſoit mouvoir le limbe.

(*b*) On dit que le chevalier Wren eut les mêmes idées que Hook ſur la cauſe méeanique du mouvement des corps céleſtes, *Hiſt. des Math.* T. II, p. 468.

point

point au cercle & à l'ellipſe les variétés & les phénomènes du mouvement compoſé, il entrevit ſans doute qu'une courbe moins ſimple pouvoit naître de cauſes plus compliquées.

Le ſecond principe eſt que tous les corps céleſtes, ont non ſeulement dans leur intérieur une attraction, une tendance de toutes les parties vers le centre, mais encore que cette tendance a lieu de corps à corps, & qu'ils s'attirent tous mutuellement, lorſqu'ils ſe rencontrent dans leur ſphere d'activité. Cette idée, quant à l'attraction interne, étoit celle que Copernic avoit de la gravité; il a très-bien vu que cette gravité de toutes les parties vers le centre eſt la cauſe de la forme ſphérique des corps céleſtes. Kepler reconnut l'attraction extérieure, il enſeigne que cette attraction eſt réciproque, que les corps ont une ſphere d'activité; il a oſé dire qu'un caillou attiroit la terre, & que l'action de la terre s'étendoit juſqu'à la lune (*a*). Hook n'a donc rien vu de plus que ces deux grands hommes, mais il faut obſerver que ces principes ſont ici purgés de toutes les abſurdités dont la phyſique céleſte étoit tachée au ſiecle de Kepler. Ces idées, en reparoiſſant dans le ſiecle de Hook, ſortoient des lumieres naiſſantes, comme les ſubſtances qui ont été purifiées par le feu.

Hook montre par le troiſieme principe que l'attraction eſt d'autant plus puiſſante que les corps ſont plus voiſins. Cette attraction diminuée par la diſtance, eſt préciſément la vertu motrice de Kepler, laquelle, comme la lumiere, eſt affoiblie quand le corps eſt plus éloigné (*b*) On ne crée que rarement des idées nouvelles; il y a encore de la gloire à rappeler celles qui ont été propoſées, & à les unir comme elles doivent l'être. D'ailleurs ces vérités ont été iſolées pour Kepler & pour

(*a*) *Suprà*, T. I, p. 341; & T. II, p. 44. (*b*) *Suprà*, p. 56.

Copernic ; ils n'en ont point fait, ils n'ont pu en faire l'emploi. Hook donne ces principes ſimples comme univerſels, il les regarde comme la baſe d'un ſyſtême général. Voilà ſelon nous, le pas qu'il a fait faire à la ſcience, & dans lequel il ſemble avoir prévenu Newton.

§. XXV.

Si ces vérités générales appartiennent au génie, les expériences fines & directes qui les confirment lui appartiennent également. Hook voulut ſe faire un petit exemple des grands phénomènes ; il tenta d'exécuter & de répéter dans ſa chambre les mouvemens céleſtes. Il ſuſpendit une boule à un long fil, il la fit oſciller comme un pendule ; puis l'ayant frappée latéralement, il remarqua qu'au lieu de décrire un arc de cercle dans le plan vertical, comme elle faiſoit auparavant, elle ſe mouvoit horizontalement, en décrivant une ellipſe, ou une courbe à-peu-près ſemblable autour de la ligne verticale. Voilà le tableau du ciel, l'extrémité de cette ligne verticale eſt le centre autour duquel les planetes décrivent des orbes elliptiques. Hook fit plus, au moyen d'un ſecond fil, il attacha une boule plus petite au fil de la premiere alors en repos dans la ligne verticale, il fit mouvoir la petite boule circulairement autour de cette ligne ; cela fait, il mit la grande boule en mouvement, comme dans l'expérience précédente, mais ni l'une ni l'autre des deux boules ne décrivoit plus une ellipſe : le point qui marchoit dans l'ellipſe étoit un point moyen entre elles, & celui que les géometres appellent centre de gravité (*a*). On voit que ces deux boules unies ſont la terre & la lune atta-

(*a*) Hook, *an attempt to prove the motion of the Eart.* M. de Montucla, *Hiſt. des Mathémath.* T. II, p. 527.

chées enſemble, & il réſulte de cette expérience que ce n'eſt point la terre, mais le centre de peſanteur des deux planetes qui décrit une ellipſe autour du ſoleil (*a*). Ces expériences ſont auſſi intéreſſantes qu'ingénieuſes, elles jetoient un trait de lumiere ſur la phyſique céleſte. Mais on diſoit à Hook, ce n'eſt pas encore là tout-à-fait la nature, vos boules tournent à-peu-près dans une ellipſe, mais autour du centre de la courbe, & la nature a placé le ſoleil au foyer de l'ellipſe où circulent les planetes, la terre au foyer de l'ellipſe que ſuit la lune. Cette objection prouvoit que Kepler avoit enfin éclairé les eſprits, & que ſes idées avoient étendu leurs racines. Hook appercevoit bien que la gravité étant plus puiſſante, en raiſon de la proximité, devoit croître & décroître, ſuivant une certaine loi, il ſentoit que la connoiſſance de cette loi ſeroit utile, il propoſoit de la chercher. On lui demandoit à lui-même de déterminer quelle loi d'attraction forceroit un corps de décrire une ellipſe autour d'un autre corps placé à l'un des foyers. Ici le voile retomboit ſur la nature, on manquoit d'un organe pour l'interroger. Hook avoit le génie des vues & des expériences, mais l'inſtrument des progrès n'étoit pas dans ſa main. Hook ne poſſédoit pas aſſez la géométrie, & la géométrie même n'étoit pas aſſez avancée. Ce n'eſt pas que tous les eſprits ne fuſſent alors en mouvement; le génie des ſciences inſpiroit particuliérement l'Angleterre. C'eſt le moment de ſa gloire, & il faut

(*a*) On peut toujours dire que la terre même décrit l'ellipſe autour du ſoleil; car la terre étant environ ſoixante-dix fois plus peſante que la lune, & leur diſtance mutuelle étant de ſoixante demi-diametres terreſtres, il en réſulte, & des loix de la mécanique, que le centre commun de gravité eſt peu éloigné du centre, & dans le globe de la terre.

(*b*) Le centre de gravité ou de peſanteur eſt celui autour duquel des poids ſont en équilibre. Attachez deux poids aux extrémités d'une verge, ſi ces poids ſont égaux, le point de l'équilibre, le centre de gravité ſera dans le point du milieu. Si un des poids eſt plus peſant, le centre d'équilibre & de gravité ſera plus près de ce poids, & en proportion de ſon excès de peſanteur.

(*c*) Hiſtoire des Mathématiques, T. II, p. 466.

le dite, de ſa gloire la plus haute, la profondeur des recherches décele la profondeur des eſprits ! Les Anglois étoient ſur la voie de la vérité, mais elle étoit encore éloignée, on avoit beſoin de ſecours pour l'atteindre. Qui perfectionnera la géométrie, il faut rendre l'inſtrument plus aigu, plus pénétrant ? Qui embraſſera tous les faits iſolés de l'univers, pour les appeler & les placer dans leur ordre, pour arriver au ſommet de la chaîne qui les unit ? Qui aura la vue de l'aigle que ſon vol éleve pour dominer les campagnes, & dont le regard perce les antres profonds ? Ici la ſupériorité de l'eſprit doit être aidée par le travail ; il ne s'agit point de faire avancer la ſcience d'un pas, il faut qu'elle en faſſe à la fois une infinité. Tous ces pas exigeroient un grand nombre d'hommes aſſociés pour un ſeul deſſein, ayant le même zele & les mêmes vues, ce qui eſt difficile ; ou ce qui eſt encore plus rare, un homme ſeul qui compensât le nombre par le génie, qui trouvât la durée de la vie, & les forces humaines ſuffiſantes pour tout exécuter à lui ſeul. Un tel homme n'a pu être qu'un bienfait unique de la nature ; il a cependant été donné ! On diroit que laſſée de l'importunité des hommes pendant tant de ſiecles, de tant de ſecrets ſurpris depuis le renouvelement des ſciences, la nature n'eût plus demandé qu'un interprète qui fût digne d'elle. Elle s'eſt enfin déterminée à répondre, à ſe dévoiler preſque entiere, mais elle a produit & appelé Newton !

Digitized by Google

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE DOUZIEME.

De Newton.

§. PREMIER.

En parlant de Newton qui fut ſolitaire & modeſte, qui ne chercha point à paroître, qui fit de grandes choſes avec ſimplicité, il faut être ſimple comme lui, comme la nature qu'il a ſuivie. Cette ſimplicité qui le caractériſe eſt la grandeur que ſon écrivain doit emprunter de lui. Une nouvelle aſtronomie va naître avec Newton, c'eſt l'aſtronomie phyſique, la ſcience des cauſes d'où réſultent les effets qui ont occupé les hommes pendant tant de ſiecles. Ce n'eſt pas que l'aſtronomie n'ait toujours été phyſique; la phyſique eſt la ſcience de la nature, & tout ce qui exiſte, tout ce qui compoſe l'univers ſenſible, eſt compris dans cette vaſte dénomination. Mais les notions générales ne ſe ſont établies que par degrés; on a commencé

par tout circonſcrire pour pouvoir tout embraſſer en détail & par des diviſions. Les ſciences furent d'abord toutes iſolées, elles ſe rapprocherent peu à peu, à meſure qu'on approcha du centre unique où leurs rayons viennent aboutir. Ce qui nous entoure nous paroît plus intéreſſant par cette proximité, ce qui eſt près de nous nous ſemble plus grand; on avoit placé la terre au centre des mouvemens, on plaça dans ſon ſein le ſiége de la nature. L'aſtronomie étoit l'étude des phénomènes éloignés; la phyſique étoit celle des effets qui s'operent autour de nous, dans notre atmoſphère: la connoiſſance des élémens, des météores, voilà ce qu'étoit alors la nature & la phyſique circonſcrite & bornée. Les loix du mouvement des corps céleſtes, indiquées par Képler, ſont cependant des loix de la nature, comme celle de la chûte des graves, apperçue par Galilée, comme la peſanteur de l'air découverte par Torricelli. Képler, né avec un génie vaſte, avec un eſprit porté aux comparaiſons & aux rapports, fut le premier qui eut l'idée d'un tout, & qui oſa lier la nature terreſtre à la nature céleſte. Mais s'il a ſu concevoir une union & une dépendance générale de tous les êtres, il ne connut point les loix de cette dépendance; les cauſes imaginées par lui renferment plus d'erreurs que de vérités. Deſcartes reprit cette grande idée; il conſtruiſit le monde avec des élémens ſemblables, un même fluide fait tomber les graves & circuler les planetes; la nature étoit une dans ſes méditations, & il la développa toute entiere par un mécaniſme unique & ſimple. Mais ce mécaniſme étoit une erreur; une ſcience n'exiſte que par des vérités. La jonction de la nature terreſtre & de la nature lointaine ne pouvoit être effectuée qu'en rapprochant leurs phénomènes, & en démontrant qu'ils étoient identiques, opérés par les mêmes cauſes & ſuivant les mêmes loix. C'eſt ce que nous devons à

Newton ; venu plus tard & lorſque ces idées avoient acquis de la maturité, doué d'un eſprit plus ſage, & ſur-tout d'un génie plus puiſſant, s'il n'eut pas la premiere idée de l'aſtronomie phyſique, il en poſa les fondemens, & cette ſcience nouvelle ſortit de ſes mains. L'hiſtoire des opinions des hommes n'eſt ſouvent qu'une longue ſuite d'erreurs, où la vérité peut paroître noyée; on doit être incertain de ſon choix & embarraſſé de ſa foi. Le génie de Newton a débrouillé ce chaos, il a ſéparé la lumiere des tenebres : les vraies connoiſſances de ſon tems ſont concentrées, ce qu'on dût croire alors eſt contenu dans ſon ouvrage ; & ce livre immortel renferme preſque tout ce qui conſtitue la foi aſtronomique.

Newton naquit le 25 Décembre 1642 à Volſtrope dans la province de Lincoln ; il ſortit d'une famille noble qui devoit tenir de lui ſon illuſtration. Nous ne parlerons point de ſes études, il ſembloit plutôt inventer qu'étudier : il parcourut les élémens d'Euclide, l'énoncé des théorêmes les lui faiſoit découvrir ; & il paſſa à la géométrie de Deſcartes, où il trouva le langage d'un grand homme, & des idées proportionnées à ſa force. Newton étoit cependant encore jeune, ſi Newton l'a jamais été! On ne connoît de lui ni mépriſes, ni eſſais : auſſi M. de Fontenelle lui applique-t-il une penſée des anciens ſur le fleuve majeſtueux qui féconde l'Egypte, & dont la ſource a été long-tems inconnue ; *il n'a pas été permis aux hommes de voir le Nil foible & naiſſant* (a).

§. II.

Newton connut ſon génie en liſant Deſcartes ; il entra auſſi-tôt dans la carrière de la haute géométrie, il marcha de

(a) Fontenelle, *Eloge de Newton.*

lui-même, & tous ſes pas furent des découvertes. Ces découvertes étoient des méthodes géométriques ou inventées, ou perfectionnées; elles auroient ſuffi à la réputation d'un autre, elles n'étoient que les commencemens de Newton. On peut dire que les travaux, les inventions qui en ont fait un grand géometre, n'étoient que les eſſais de ſa jeuneſſe; ſon âge le rendoit timide, il ne ſe preſſoit point de rien publier, il laiſſoit mûrir ſes idées & travailloit lentement, comme quand on édifie pour les ſiecles. Mais cette géométrie dont il s'étoit rendu maître, & qu'il poſſédoit dans ſon étendue, reçut de lui une nouvelle forme; elle devint entre ſes mains un inſtrument plus ſubtil, plus propre aux recherches profondes par l'invention du calcul des fluxions. La nature ſe développe par des accroiſſemens inſenſibles; elle a ſes élémens, ſes petits pas qui ſuivent les mêmes loix que les grands; toujours la même dans ſa ſource humble & chétive & dans ſa grandeur impoſante. L'art de Newton fut d'aller la ſurprendre dans ſes commencemens, & dans un état de foibleſſe qui eſt en proportion avec la nôtre. L'eſprit de ſa méthode eſt de conſidérer tout ce qui eſt ſuſceptible d'augmentation ou de diminution, l'étendue & le mouvement, de décompoſer les choſes dans leurs élémens, d'obſerver leurs variations infiniment petites, de ſaiſir les propriétés, les loix conſervées dans ces petites variations, pour les appliquer à l'étendue & au mouvement ſenſibles, qui exiſtent par les mêmes loix & par les mêmes principes. Cette invention a fait une révolution dans les ſciences exactes, comme l'application des lunettes aux inſtrumens & l'invention du micrometre en ont fait une dans les ſciences pratiques; ce ſont autant d'organes dont l'homme a été doué pour pénétrer dans la connoiſſance des cauſes. Le calcul des fluxions, ou le calcul différentiel, eſt une eſpece de micrometre dont l'eſprit ſe ſert pour

pour voir d'une maniere plus intime & plus sûre les rapports des choſes ; comme au moyen de l'inſtrument mécanique tourné vers le ciel, l'œil ſuit l'étendue dans ſes détails pour acquérir avec exactitude la meſure des grands eſpaces & la durée des révolutions.

§. III.

Cette découverte, qui ſera utile à toutes les générations par les découvertes dont elle ſera le moyen, a été infiniment utile à Newton lui-même, c'eſt par elle qu'il s'eſt élevé, & qu'il a marché dans la carriere qu'il a parcourue. Nous ſuivrons ſes méditations, qui fondent également ſa gloire & celle de l'eſprit humain ; nous allons préſenter ſes idées enchaînées. Mais nous n'avons pas la préſomption de croire avoir ſaiſi la chaîne que Newton a ſuivie ; cette chaîne tient à la nature de ſon génie, il faudroit être lui-même pour la dévoiler : celle que nous propoſons n'eſt que pour unir les vérités, & pour en faciliter l'intelligence à nos lecteurs.

Ce fut, dit-on, en 1666, c'eſt-à-dire, à l'âge de vingt-quatre ans que retiré de Cambridge à la campagne dans un tems de contagion, Newton commença ſes recherches ſur la cauſe de la peſanteur (*a*) ; des corps qu'il vit tomber attirerent ſes regards, & fixerent ſes idées ſur ce phénomène trop familier pour être admiré du vulgaire, mais encore incompréhenſible pour les philoſophes. Dès qu'il y a mouvement, il exiſte une force qui le produit ; Newton penſa que cette force n'étoit pas bornée à la ſurface du globe : la peſanteur agit dans la profondeur des gouffres de la terre & ſur les montagnes les plus élevées, elle s'étend même dans l'atmoſphere d'où elle précipite les vapeurs amaſſées, qui tombent par leur poids ſous la

(*a*) Préface des Elémens de la Philoſophie de Newton par *Pemberton*.

forme de pluie, de neige ou de grêle. Cette force qui agit perpendiculairement à la ſurface de la terre, tend néceſſairement à ſon centre (*a*), mais elle agit loin de ce centre & à une grande diſtance. Il étoit naturel de ſoupçonner qu'elle pouvoit atteindre la lune qui ne nous accompagne pas ſi conſtamment ſans un lien qui la force à nous ſuivre ; ou, comme l'a dit Képler, ſans une parenté qui l'attache à nous. Les liens des êtres ſenſibles ſont des penchans qui les uniſſent, les liens des corps inanimés ſont des forces qui les maîtriſent. Newton s'éleva donc à penſer que la force de la peſanteur pouvoit s'étendre juſqu'à la lune, & la retenir dans ſon orbite, pour l'empêcher de nous quitter. Juſques là ce n'étoit qu'une idée philoſophique, une idée que Képler avoit eue, il falloit en donner la démonſtration, pour que ce fût une découverte. Mais ſi la lune eſt animée par la peſanteur qui fait tomber les corps à la ſurface du globe, elle doit ſuivre les mêmes loix ; ces corps tombent toujours perpendiculairement à cette ſurface, ils tendent toujours au centre ; la lune doit donc tendre également au centre de la terre. Cette force étoit du genre de celle que Huygens avoit appelée centrale ou centripete, elle méritoit d'être examinée ; Newton y appliqua ſa ſublime géométrie, & il vit que les corps qui circulent dans une courbe quelconque autour d'un point fixe, en vertu d'une force toujours dirigée à ce point, décrivent autour de lui des aires proportionnelles au tems. C'étoit une des loix découvertes par Képler (*b*) ; ainſi la ſuppoſition que la lune étoit ſoumiſe à une force, qui la faiſoit tendre vers nous, étoit donc conforme à une loi de la nature, puiſque cette loi en découloit néceſſairement.

(*a*) On ſuppoſe ici que la terre ſoit une ſphere parfaite, dont en effet elle differe infiniment peu.

(*b*) *Suprà*, p. 70 & 73.

§. IV.

Nous ignorons ſi Newton eut connoiſſance des idées de Hook que nous avons rapportées, & qui ne furent publiées qu'en 1674 : mais ces idées n'étoient que des conjectures, elles n'ont pu que le mettre ſur la voie des grandes vérités dont il a la propriété entiere ; elles n'ont pu que l'engager à les chercher. On dit que Hook deſirant les ſecours de la géométrie, écrivit à Newton pour lui demander quelle ſeroit la courbe décrite par un corps tombant de très-haut, ſuivant les loix d'accélération établies par Galilée, & en ayant égard à la rotation de la terre (*a*). Nous avons dit que les projectiles lancés dans l'air par une force quelconque, & retombant par leur peſanteur, décrivent une eſpece de courbe que les géometres nomment la parabole (*b*) ; cela eſt ſenſiblement vrai dans les petits eſpaces. Mais Newton aggrandit le problême pour que ſon génie s'y trouvât plus à ſon aiſe ; il ne limita point la diſtance d'où il fit tomber le corps, & pour avoir égard au mouvement de la terre, il le ſuppoſa en même tems lancé en avant par une force uniforme & latérale, alors il trouva que ce corps décriroit autour du globe une ellipſe dont le centre de la terre occuperoit un des foyers. Voilà donc encore une des découvertes de Képler, tous les aſtres environnés par des aſtres circulans ſont au foyer des orbes décrits. Ce qui arrive à ce corps peut donc arriver aux planetes ; ce corps, qui faiſoit le ſujet du problême réſolu par Newton, n'étoit lui-même qu'une planete à laquelle le géometre marquoit une route autour de la terre.

La reſſemblance étoit d'autant plus exacte, que cette ellipſe

(*a*) Préface des Elémens de la Philoſophie de Newton par *Pemberton*, p. IX.

(*b*) *Suprà*, p. 80 & 246. On fait ici abſtraction de la réſiſtance de l'air.

rappeloit celle que Képler avoit assignée aux planetes, & qui naissoit d'une seconde loi de la nature : mais ce corps, dans sa trajectoire autour de la terre, obéissoit à deux forces, l'une accélératrice, celle de la pesanteur, l'autre uniforme. Newton s'éleva encore en généralisant le problême, il le tira de notre sphere étroite pour l'étendre à tout l'univers. Il s'agit ici de la destinée du monde; ce sont les principes qui le meuvent, qui le conservent, ce sont les loix de son existence qui vont sortir des grandes pensées de Newton. Hook, en admettant l'idée d'une attraction des globes les uns vers les autres, avoit conçu que cette attraction devoit suivre une certaine loi, & demandoit qu'on la cherchât. Lorsqu'il imitoit les mouvemens célestes, lorsque ses petites boules attachées à des fils, décrivoient des ellipses, on demandoit quelle loi d'attraction feroit décrire ainsi des ellipses autour d'un corps placé au foyer; & tandis que ces questions s'agitoient parmi les savans; tandis que le besoin de connoissances nouvelles & élevées se faisoit sentir de toutes parts, Newton, qui a toujours retenu ses pensées pour les mûrir, qui a toujours asservi le génie à la méditation, Newton seul & en silence avoit peut-être interrogé la nature, & déjà reçu ses réponses.

§. V.

En nous rappelant les principes établis avant Newton, nous verrons avec lui que tout mouvement circulaire, ou en général tout mouvement curviligne est un mouvement composé. Une seule force ne peut faire décrire qu'une ligne droite (*a*); il faut une, ou plusieurs autres forces, pour retirer sans cesse le corps de cette ligne droite, & le faire marcher dans une courbe,

(*a*) *Suprà*, p. 46.

qui n'eſt qu'une route compoſée de routes continuellement changées, & parcourue en vertu d'un mouvement réſultant & compoſé de pluſieurs. Les planetes, dans leurs révolutions, décrivent des aires proportionnelles au tems, & Newton avoit trouvé que ce phénomène auroit lieu toutes les fois que les corps circulans ſeroient ſoumis à une force dirigée à un point fixe : cette force étoit donc néceſſairement une des forces qui produiſent le mouvement des planetes, puiſqu'elles décrivent toujours des aires proportionnelles au tems. Le problême réſolu par Newton lui avoit enſeigné qu'une orbite, qu'une ellipſe pouvoit être décrite par une force dirigée au centre, combinée avec une autre force uniforme. Mais les planetes ſe meuvent d'un mouvement inégal, tantôt avec plus, tantôt avec moins de vîteſſe : cette inégalité ne peut naître de la force uniforme, elle appartient indubitablement à la force centrale ; cette force eſt donc variable. Newton dût arriver bientôt à cette concluſion ; Képler y étoit arrivé lui-même, ſa vertu motrice du ſoleil diminue lorſque la diſtance augmente : mais il avoit manqué la loi, & les pôles amis & ennemis, les explications phyſiques dont il avoit accompagné cette vérité, auroient pu repouſſer Newton, plus éclairé par le tems & ſurtout par ſa haute ſupériorité, ſi Newton ne s'y étoit pas élevé de lui-même ; il ſe ſervit des idées acquiſes, mais il les peſa dans ſa balance.

Newton, inſtruit que deux forces, l'une conſtante & uniforme, dans une direction quelconque, l'autre variable & dirigée à un centre, pouvoient faire décrire une ellipſe, n'avoit plus que la loi de ces variations à chercher ; c'étoit l'affaire de la géométrie, mais d'une géométrie qu'il avoit rendue propre à ces recherches profondes, & dont alors il avoit ſeul la poſſeſſion. Cette géométrie n'étoit point effrayée de la

grandeur des orbes, de la variabilité des vîteſſes, de l'énormité des forces néceſſaires pour tranſporter les maſſes peſantes des globes céleſtes. Newton a créé la ſcience qu'on a depuis nommée *dynamique*, c'eſt-à-dire, celle qui a pour objet les corps en mouvement; elle ne conſidere que la force manifeſtée par ſes effets, les eſpaces parcourus & les tems employés: peu importe à la ſcience que les forces ſoient foibles ou puiſſantes, elle peut en conſidérer un grand nombre à la fois ſous une expreſſion abſtraite & générale; avec la même facilité elle donne des loix, elle preſcrit des routes aux mondes mouvans, ou à des parcelles de ces mondes, lancées par les forces humaines, & précipitées par leur peſanteur. Ces méthodes de Newton ont le caractere de ſon génie, elles ſont univerſelles, elles ſont grandes comme la nature qui comprend tout, & devant qui tout eſt égal! Pour elle & pour Newton, les planetes qui durent dans les ſiecles, la bombe qui s'éleve pour retomber auſſi-tôt, les fardeaux qui roulent ſur une pente, ne ſont que des corps ſemblables, mus par les mêmes loix dans un eſpace ou moins étendu, ou plus vaſte.

§. VI.

C'EST à cette géométrie également admirable & nouvelle que Newton demanda la loi des augmentations & des diminutions de la force dirigée au centre; & la ſcience répondit que cette force étoit en effet plus petite à une diſtance plus grande, comme Képler l'avoit annoncé, & que ces décroiſſemens ſuivoient la raiſon du quarré de la diſtance, au lieu de la raiſon des ſimples diſtances que Képler avoit aſſignée. Képler n'eut point les ſecours que Newton s'eſt procurés, mais nous avons déjà remarqué, à l'honneur du philoſophe Anglois, que ſi Képler avoit eu ſon génie, il auroit au moins ſoupçonné la

vraie loi (*a*). Le mécaniſme de l'univers, le principe fondamental des mouvemens périodiques eſt dévoilé : pour que les aſtres marchent dans des ellipſes autour d'un aſtre plus grand placé au foyer, il faut qu'ils ſoient mus par une force uniforme, combinée avec une force dirigée à ce foyer ; force variable & décroiſſante, en raiſon de l'augmentation du quarré de la diſtance. Ce n'eſt pas une conjecture heureuſe, un apperçu philoſophique, qui prouve l'étendue du coup d'œil & la juſteſſe du tact, c'eſt une vérité ſaiſie & démontrée ; ce coup d'œil & ce tact ont pu conduire le philoſophe, mais le géometre a aſſis cette vérité ſur la certitude mathématique. Ce ſont donc des forces de cette eſpece qui font mouvoir les planetes autour du Soleil, les ſatellites de Jupiter & de Saturne autour de leurs planetes, & la Lune autour de la Terre (*b*). Newton conſidérant la premiere de ces forces, celle qui ſe conſerve toujours, & qui, ſi elle exiſtoit ſeule, pouſſeroit les corps dans une ligne droite, la regarde comme une force une fois imprimée, & qui ſubſiſte ſans s'affoiblir, parce qu'elle n'éprouve point de réſiſtance & qu'il n'y a point de raiſon de deſtruction ; elle naît d'une impulſion primitive donnée à l'aſtre au moment où il a commencé à ſe mouvoir : l'autre dirigée au centre, eſt une tendance, une ſorte d'attraction, peut-être ſemblable à

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtron. mod., Tom. II, p. 59.

(*b*) Soit (*fig.* 24) S le ſoleil, ſoit une planete en A, pouſſée par une force conſtante & uniforme, qui dans un petit tems, dans une minute, pourroit lui faire parcourir l'eſpace ou la ligne AF, & la planete attirée en même tems vers le ſoleil S, par une force capable de faire parcourir l'eſpace AE, dans le même tems d'une minute ; comme la planete ne peut ſuivre à la fois les deux directions, ſon mouvement ſe compoſe des deux mouvemens reçus, elle ſuit une direction intermédiaire, elle parcourt la diagonale AB (*ſuprà* T. I, p. 327, & T. II, p. 80), & la planete tombe réellement vers S de tout l'eſpace AE : tranſportée en B, elle eſt encore animée par les deux mêmes forces qui tendent à lui faire décrire BG & BH ; la force uniforme dans le prolongement de AB, & la force vers S dans la ligne BS, la planete décrit la nouvelle diagonale BC, enſuite la diagonale CD, &c. ; ainſi la route, continuellement changée, prend une courbure & devient une orbite fermée qui enveloppe le point S.

celle que l'aimant exerce ſur le fer. Rien n'eſt plus admirable que ce mécaniſme, c'eſt par cette combinaiſon des forces que tout ſe meut, tout change, & cependant tout ſe conſerve! La nature n'eſt que mélange & tempéramens; deux principes deſtructeurs l'un par l'autre enchaînés, ſont unis pour des effets durables, l'alliance de ces principes maintient la ſociété des corps céleſtes! Si la force d'impulſion pouvoit prévaloir, les corps s'échapperoient comme la pierre lancée par la fronde, ils ſe ſépareroient pour ne jamais ſe revoir; ſi au contraire la force d'attraction agiſſoit ſeule, le corps central attireroit toujours de plus en plus tous les autres, il finiroit par les réunir à lui, la Lune tomberoit ſur la Terre, les ſatellites ſur Jupiter & Saturne, toutes les planetes ſur le Soleil; ces globes, qui, comme autant d'individus, peuplent les eſpaces, les animent de leurs mouvemens, entaſſés les uns ſur les autres, ne compoſeroient plus qu'une maſſe informe, immobile; & l'univers ſeroit ſans ordre, ſans beauté & ſans vie!

§. VII.

Une queſtion importante naiſſoit de cette découverte; la force émanée de la terre, & qui retient la lune dans ſon orbite, eſt elle la même que la peſanteur qui fait tomber les corps vers le centre du globe? Il étoit naturel de le croire, l'analogie portoit à cette concluſion; la nature n'emploie point deux cauſes pour des effets ſemblables. Mais la géométrie eſt plus difficile & plus ſtricte que la philoſophie; l'analogie, les vraiſemblances ne la ſatisfont pas: elle a ſes méthodes, qui ſont ſes inſtrumens, & qu'elle applique aux choſes pour les connoître; tout ce qu'ils n'atteignent pas reſte dans un état d'incertitude, mais auſſi ce qui ſubſiſte après l'examen eſt la vérité rigoureuſe. Il falloit démontrer par une preuve de fait,

par

par des phénomènes comparés, que l'attraction de la terre, connue à ſa ſurface ſous le nom de peſanteur, alloit ſaiſir la lune, malgré la diſtance, & la faire mouvoir par les mêmes loix qui précipitent les graves autour de nous.

La lune à chaque inſtant décrit un petit arc ſur ſon orbite, & ſi, dans les forces unies pour le faire décrire, on conſidere à part la force qui tend au centre de notre globe, on verra que dans cet inſtant la lune eſt réellement tombée vers la terre d'une petite quantité (*a*). Cette quantité eſt calculable par la géométrie (*b*), & on trouve que dans le tems d'une minute la lune tombe de quinze pieds. La lune, lorſqu'elle eſt dans ſa diſtance moyenne, entre la plus petite & la plus grande, eſt éloignée du centre de la terre de ſoixante de nos demi-diametres terreſtres; elle eſt ſoixante fois plus éloignée que les corps qui tombent à la ſurface, & qui ne ſont ſéparés du centre que par le rayon ou par un demi-diametre de la terre. La peſanteur, l'attraction décroiſſant ſuivant la loi impoſée par Newton, & comme le quarré de la diſtance augmente, doit être trois mille ſix cens fois plus foible à la diſtance de la lune; & puiſque les effets ſont proportionnés à leurs cauſes & aux forces qui les produiſent, la lune tranſportée à la ſurface de la terre, y tomberoit trois mille ſix cens fois plus vîte,

(*a*) *Suprà*, note du §. VI, p. 479.

(*b*) Il faut ſeulement connoître l'étendue de l'orbite de la lune, qui dépend de ſa diſtance : ſa diſtance eſt comparée au rayon de notre globe ; il falloit donc avoir meſuré la terre. Au tems de ſes premieres recherches, Newton ne connoiſſoit que l'eſtime des pilotes, qui donnoient au degré ſoixante milles d'Angleterre (au lieu de ſoixante-neuf milles qu'il contient réellement), il ne trouva point l'accord qu'il cherchoit entre la chûte de la lune & celle des corps graves, il crut qu'il falloit encore quelqu'autre force, outre la peſanteur pour la faire mouvoir. Quand Hook écrivit à Newton (*ſuprà*, p. 475), Picard venoit de déterminer la longueur exacte du degré, Newton reprit ſes recherches, employa cette meſure préciſe, & trouva l'accord qu'il avoit ſoupçonné. Halley ſe joignit à Hook pour l'engager à ſuivre ſes méditations importantes, & c'eſt à leurs ſollicitations que l'on doit la production de l'immortel ouvrage des Principes mathématiques de la philoſophie naturelle, & le vrai ſyſtême du monde.

M. de la Lande, *Aſtron.* art. 3381.

ou parcourroit trois mille ſix cens fois plus d'eſpace dans le même tems, c'eſt-à-dire, trois mille ſix cens fois quinze pieds par minute. Or Riccioli, Huygens ont reconnu par l'expérience qu'un corps tombant parcourt quinze pieds dans la premiere ſeconde du tems de ſa chûte ; & ſuivant la loi découverte par Galilée, cette chûte s'accélere, de maniere que les eſpaces parcourus ſont comme les quarés des tems. Un corps qui tombe de quinze pieds dans une ſeconde, tomberoit en conſéquence de quatre fois quinze pieds en deux ſecondes, de neuf fois en trois ſecondes, & enfin de trois mille ſix cens fois quinze pieds en ſoixante ſecondes, ou en une minute. La lune tranſportée à la ſurface de la terre, & y tombant en vertu de la même cauſe qui la fait tomber dans ſon orbite, mais de cette cauſe augmentée à raiſon de la proximité du centre, tomberoit donc vers ce centre comme tous les autres corps, & ſuivant les mêmes loix ; l'identité des effets & des loix prouve l'identité des cauſes. On pourroit être tenté d'objecter que la force, qui fait mouvoir la lune, eſt une force variable en raiſon du quarré des diſtances, & que la peſanteur ſemble être conſtante à la ſurface de la terre, quelles que ſoient les hauteurs d'où les corps ſont précipités; c'eſt de cette conſtance, & d'une même action ſans ceſſe répétée, que Galilée a tiré la loi de la chûte des graves (*a*). Mais quelles ſont ces hauteurs d'où l'on a vu tomber les corps? Des tours élevées par la main de l'homme, & dont l'élévation eſt auſſi bornée que ſes moyens ; ſes ouvrages ſont toujours petits comme lui : il n'y a pas aſſez de champ pour la nature, ſes variations ne ſe développent & ne ſe dévoilent que dans plus d'eſpace ou plus de tems. Il faudroit, pour décider cette queſtion par des expériences terreſtres,

(*a*) *Suprà*, p. 81.

nous élever à une grande hauteur dans l'atmoſphere, ou hors de cette atmoſphere. Mais qu'avons-nous beſoin de nous y tranſporter, puiſque la lune exiſte au terme où nous ne pouvons atteindre, puiſqu'elle y eſt placée pour être interrogée & pour nous répondre; elle tombe comme les corps que nous y porterions. La force qui fait mouvoir la lune, & qui à chaque minute la fait deſcendre de quinze pieds, n'eſt que la peſanteur diminuée à cauſe de l'éloignement, & ſuivant la loi aſſignée par Newton. Le calcul, qui doit tout vérifier, démontre que ces diminutions ne peuvent devenir ſenſibles dans les petites diſtances dont nous ſommes les maîtres; cette loi eſt celle qui eſt néceſſaire pour faire décrire une ellipſe que la lune décrit en effet. Ainſi Newton, après avoir trouvé par la géométrie, qu'un corps, décrivant une ellipſe autour d'un autre corps placé au point du foyer, eſt mu par une force qui tend à ce point, & qui varie en raiſon du quarré des diſtances, a montré par l'exemple & par les phénomènes de la lune, que cette planete obéit à une force, variable ſuivant cette raiſon, & ſemblable à celle qui fait tomber les corps vers la ſurface de la terre. C'eſt ici que la nature céleſte eſt réellement enchaînée, aſſimilée à la nature terreſtre; il n'y a point de corps lancés par nous dans l'air, qui ne commencent une orbite autour de la terre; orbite bientôt interrompue, parce que la force projectile eſt trop petite, & que la peſanteur plus active réunit bientôt ces corps à la grande maſſe: il leur arrive ce qui arriveroit à la lune, ſi la force d'impulſion étoit inceſſamment diminuée par quelque réſiſtance, la lune finiroit comme eux par tomber ſur la terre, où elle reſteroit attachée.

§. VIII.

La force de la terre, qui maîtriſe & conduit la lune,

démontre la force ſemblable, & ſans doute plus puiſſante que poſſede le Soleil pour régir les planetes & la terre elle-même. Mais le ſoleil n'a pas comme nous un ſeul ſatellite, il en a ſix, en comptant la terre; eſt-ce avec le même pouvoir qu'il enchaîne Mercure, la plus proche des planetes, & Saturne la plus éloignée? Il étoit aſſez naturel de le croire; le pouvoir d'un chef aſſujettit également tous les ſujets. Le Soleil, comme roi, avoit ſon empire, dont les habitans devoient ſuivre des loix communes. Il ſeroit abſurde de ſuppoſer dans le globe ſolaire une force particuliere pour gouverner Saturne, une autre pour Mercure, & enfin autant de forces qu'il y a de planetes différentes. Mais jadis ces planetes étoient des divinités; on les fit deſcendre enſuite à la claſſe d'intelligences un peu ſupérieures à l'homme; bientôt on les priva de cette intelligence, pour ne leur laiſſer qu'une force animale, mais propre à ces planetes & habitant dans leur ſein. Kepler, dans ſes momens de lumiere, avoit vu que toutes ces forces particulières réſidoient dans le ſoleil, & n'étoient que ſa vertu motrice & univerſelle. Ces manieres de voir ſont individuelles; l'opinion des grands hommes ne décide pas toujours leur ſiecle. Les mathématiques, auxquelles perſonne ne peut ſe refuſer, n'avoient point prononcé; juſques-là elles n'avoient démontré qu'une choſe, c'eſt que les planetes ſont mues par une force dirigée au Soleil. On pouvoit demander ſi cette force étoit dans le Soleil pour les attirer, ou dans les planetes mêmes, pour les pouſſer vers lui? C'eſt ce que la géométrie n'avoit point décidé. Il eſt ſans doute plus conforme à la ſimplicité des moyens de la nature de ſuppoſer dans le Soleil une force unique, qui ſuffit à toutes les planetes, que d'en établir une particuliere dans chacune d'elles, pour opérer leurs mouvemens. Newton conſulta la géométrie, & il commença par poſer en fait ce qui étoit en

queſtion, pour en examiner les conſéquences rigoureuſes. Si ces conſéquences ſont les mêmes que les phénomènes obſervés, le fait ſuppoſé eſt une vérité. Newton plaça donc la force agiſſante dans le Soleil, il vit que ſi cette force peut mouvoir Mercure, elle peut s'étendre à Vénus & aux autres planetes, avec ſeulement les diminutions que produit la diſtance. La force eſt connue, meſurée par la vîteſſe (*a*); une force diminuée ſera marquée par une vîteſſe moindre: il y aura moins d'eſpace parcouru dans un tems égal, & les révolutions des planetes plus éloignées doivent être plus lentes. Cette concluſion eſt déjà conforme aux phénomènes obſervés des mouvemens des planetes; les corps les plus éloignés du ſoleil ſont ceux qui mettent plus de tems pour accomplir leurs révolutions autour de lui. Ces tems des révolutions doivent donc avoir quelque proportion avec les diſtances. Newton, à l'aide de l'inſtrument du calcul, parvint à la ſolution de ce problême: ſi pluſieurs corps tournent dans des ellipſes, autour d'un autre corps placé au foyer commun de ces ellipſes, & que ces corps ſoient attirés vers lui par une force unique qui y réſide, & qui ſoit inverſement proportionnelle au quarré des diſtances, quelle ſera la proportion des tems dans leſquels ces ellipſes entieres ſeront décrites? la ſolution fut que les tems périodiques, ou les tems des révolutions ſeroient comme les racines quarrées des cubes des diſtances, & cette concluſion géométrique eſt préciſément la proportion obſervée entre ces tems (*b*), & la troiſieme loi des mouvemens céleſtes découverte par Képler.

(*a*) *Suprà*, p. 67.

(*a*) *Suprà*, p. 118.

§. IX.

Lorsque Képler reſſentit une ſi grande joie d'avoir trouvé la proportion, qui exiſte entre les révolutions des aſtres, il prévoyoit ſans doute qu'elle ſeroit la baſe du ſyſtême du monde. Mais examinons la ſimplicité des ſuppoſitions, le nombre & la vérité des réſultats. Les mouvemens des aſtres s'accompliſſent dans des courbes ; tout mouvement curviligne eſt le produit de pluſieurs forces, c'eſt un principe démontré. La géométrie ſuppoſe deux forces : l'une uniforme & conſtante, appliquée aux corps céleſtes ; l'autre placée dans le ſoleil, & capable d'attirer vers lui tous les corps qui ſe rencontrent dans ſa ſphere d'activité. La force ne peut être la même à toutes les diſtances du ſoleil, & dans tous les points de cette ſphere, la géométrie ſuppoſe qu'elle décroît comme le quarré de la diſtance augmente. De là il réſulte que les planetes doivent décrire autour du ſoleil des aires proportionnelles aux tems, que ces planetes ſuivent des ellipſes dont cet aſtre occupe le foyer, & que les tems de leurs révolutions ſont comme les racines quarrées des cubes de leurs diſtances ; les trois conſéquences de cette hypothèſe ſont les trois grands phénomènes obſervés par le génie de Képler. La lune tombe dans ſon orbite comme les corps tombent autour de nous, par la même loi, & avec une vîteſſe proportionnée. Les reſſorts ſuppoſés ſont donc les vrais reſſorts du mouvement, la démonſtration eſt complette ; Newton ſeul, avec ſa géométrie, a deviné le ſecret de la nature.

L'avantage des ſolutions géométriques, c'eſt qu'elles ſont générales ; dès qu'il eſt démontré que les planetes mues en conſéquence des loix de Képler, ſont animées par une force qui réſide dans le Soleil, il eſt également certain que les

ſatellites de Jupiter, de Saturne, aſſujettis aux mêmes loix, ſont animées par des forces qui réſident dans ces deux planetes. Jupiter & Saturne ſont dans leurs états comme le ſoleil dans le ſien, il n'y a d'autre différence que celle de l'étendue du pouvoir. C'eſt également de notre globe que part la force qui fait mouvoir notre ſatellite. Le ſoleil n'eſt donc pas le ſeul être qui ſoit fort & puiſſant, les autres grands corps le ſont comme lui, & avec les degrés convenables à leur ſubordination! Mais ſi la Terre étend ſon action juſqu'à la Lune, ſi Jupiter & Saturne agiſſent ſur leurs ſatellites, doit-on penſer que leur pouvoir ſe borne aux orbes de ces ſatellites, que ces planetes ne puiſſent agir les unes ſur les autres; & lorſque le Soleil les atteint de ſa puiſſance, penſerons-nous que la leur ne puiſſe s'étendre juſqu'à lui? La force de ces globes diminue par l'éloignement, il eſt une diſtance & un terme calculable où ſon action finit; mais en-deçà de cette diſtance, & dans la ſphere qui auroit cette diſtance pour rayon, tous les corps qui s'y rencontrent ſubiront la même loi, & l'attraction doit être réciproque entre les corps céleſtes: ſoleil, planetes principales, ſatellites, tous mutuellement agiſſent & réagiſſent, l'attaque & la défenſe ſont reſpectives, & les fortunes ſeules ſont différentes; car les uns maitriſent, tandis que les autres ſont aſſujettis.

§. X.

Cette inégalité des conditions dans les habitans du ciel doit avoir une raiſon dans la nature, & là, comme parmi nous, ce ſont les plus forts qui ſans doute ont l'empire. Le Soleil qui régit tout, eſt le plus grand des aſtres, la Terre, Jupiter, Saturne, qui ont des ſatellites, ſont plus grands que ces ſatellites. Mais la grandeur eſt-elle une marque infaillible

de la puiſſance ? La philoſophie éclairée ne ſe prête qu'avec réſerve à l'analogie ſouvent trompeuſe ; il faut du moins tirer cette concluſion d'une conſidération plus générale & plus vraie. Les globes céleſtes, dont nous pouvons juger par le nôtre, ſont compoſés de matiere ; nous voyons que notre globe renferme des corps de différente eſpece, les uns plus compactes & plus durs, les autres moins ſerrés dans leurs parties & plus faciles à diviſer : ceux-ci peſent moins, ceux-là peſent plus, & à vîteſſe égale, ſont capables d'un effort plus grand ; s'ils peſent plus, c'eſt que ſous un volume ſemblable, les corps plus ſerrés, plus compactes, contiennent plus de matiere ; & s'ils ſont capables de plus d'effort, c'eſt que cet effort eſt proportionné à la quantité de matiere & à leur maſſe plus ou moins ſolide. Les globes des planetes ſont dans les eſpaces de l'univers ce que ſont les ſubſtances, les minéraux ſemés dans les couches de la terre ; ces globes ſont inégalement ſerrés & compactes, ils ſont formés de quantités différentes de matiere, & en conſéquence ils ſont capables de plus d'effort : de là naît la notion complette de la force centrale ou attractive, & la raiſon de la différence des forces qui réſident dans les corps céleſtes ; c'eſt que leurs forces reſpectives ſont proportionnelles à la quantité de matiere, ou à la maſſe de ces corps.

§. XI.

Cette concluſion eſt d'autant plus légitime, que nous retrouvons ſur la terre l'attraction que les phénomènes céleſtes ont révélé. Nous ne parlons pas des attractions magnétiques & électriques, le fer aimanté, les corps frottés attirent les petits corps voiſins ; mais par des loix particulieres & qui ſemblent différentes des loix de la gravité. Cette attraction, propre à certain corps, eſt du moins un exemple de celle qui leur

leur appartient à tous. Mais l'attraction réciproque de toutes les parties de la matiere ſe manifeſte encore dans un grand nombre de phénomènes. Les fluides répandus par gouttes ſur un plan horizontal ſe forment en petits globules hémiſphériques; ce phénomène n'a lieu que parce que leurs molécules exercent une attraction réciproque, & ne peuvent parvenir à l'équilibre & au repos que ſous une forme où tous les efforts ſoient balancés. Les liqueurs, dans les petits tuyaux que l'on nomme capillaires, s'élevent au-deſſus de leur niveau, & la raiſon ne peut trouver d'autre cauſe de cet effet, ſinon que les parois du tube attirent la liqueur, & lui prêtent une force particuliere pour s'élever & pour ſe ſoutenir. En obſervant attentivement l'eau contenue dans un verre, on voit que la ſurface eſt un peu concave, l'eau eſt moins haute au milieu que près des bords, parce que ces bords l'attirent & l'élevent; leur attraction ſurpaſſe celle des molécules de l'eau : ſi dans le même verre on ſubſtitue du mercure, qui eſt infiniment plus peſant que l'eau, & plus capable d'attirer que le verre, les phénomènes ſont oppoſés; la ſurface prend une figure convexe, le mercure eſt moins élevé près des bords, parce que toutes les molécules refluent du côté où l'attraction eſt plus puiſſante, & le milieu s'éleve. Les affinités chimiques ne ſont que des attractions; les diſſolutions, les précipitations, les coagulations préſentent partout des phénomènes analogues. Une ſubſtance n'eſt diſſoute dans une liqueur où elle reſte ſuſpendue en parties inviſibles, que parce que les molécules fluides attirent ces parties, les fixent près d'elles, & l'emportent ſur l'action de la peſanteur qui tend à les précipiter. Mais ſi l'on introduit dans cette diſſolution une nouvelle ſubſtance qui ait plus d'analogie avec les molécules du fluide, c'eſt-à-dire, ſi ces molécules & celles de la ſubſtance ont une attrac-

tion mutuelle & combinée, plus forte que celle qui formoit le premier lien, la ſubſtance retenue ſe ſépare de la liqueur, qui s'empare de la ſubſtance nouvelle qu'on lui préſente; celle-la ſe précipite au fond du vaſe, celle-ci diſparoît par l'union intime des parties, & ſe confond dans la liqueur. Ces molécules exercent donc à de très-petites diſtances, à des diſtances proportionnées à leur foible maſſe, une attraction ſemblable à celle que les globes céleſtes exercent dans les eſpaces de l'univers à des diſtances énormes. La groſſeur de ces molécules, leurs figures, qui peuvent ſe toucher en peu ou en beaucoup de points, diverſifient toutes ces attractions. La mobilité des fluides fait ſuppoſer que leurs parties, toujours prêtes à gliſſer les unes ſur les autres, ſont plus ſéparées par cette raiſon de figure, ont moins d'adhérence, à cauſe de la matiere du feu interpoſée & mêlée dans tous leurs interſtices. Cependant en uniſſant deux liqueurs, telles que l'huile de tartre & l'huile de vitriol, leur compoſé produit tout-à-coup une maſſe ſolide & coagulée, parce que ſans doute les molécules plus fines de l'une rempliſſent les intervalles des molécules plus groſſieres de l'autre: la proximité permet une attraction plus forte, & l'adhérence forme la ſolidité; cette adhérence augmentée produit la dureté. La cohéſion des parties d'un corps, c'eſt-à-dire, la réſiſtance qu'elles oppoſent à leur diviſion, étoit un myſtere inconcevable pour les anciens. On conçoit bien que la matiere peut avoir des parties primitives & indiviſibles; nos diviſions manuelles & humaines ne parviennent jamais à ſes parties inſenſibles, nous n'en avons pas la prétention. Mais les corps ne ſont évidemment qu'une aggrégation de molécules palpables placées les unes près des autres; quelle eſt la force qui les ſerre, qui les retient, qui réſiſte ſouvent à nos efforts & aux agens les plus puiſſans? Newton a porté la lumiere de ſon génie dans

Digitized by Google

ces myſteres : cette force eſt celle de l'attraction, elle augmente lorſque les molécules ſe touchent & s'uniſſent par plus de points; & comme cette force eſt d'autant plus grande que la diſtance eſt plus petite, ces molécules peuvent être ſerrées au point de produire une force preſque infinie, & capable de briſer tous les efforts de nos moyens. Nous avons un exemple de cette augmentation graduelle & ſucceſſive de la cohéſion, en vertu d'une application plus immédiate : deux pierres poſées l'une ſur l'autre, peuvent être facilement ſéparées ; mais ſi ces pierres ſont des marbres dont on ait parfaitement poli les ſurfaces, afin de faire diſparoître les inégalités qui empêchent l'application exacte, il faudra une certaine force pour les ſéparer. Cependant le poli laiſſe des inégalités imperceptibles à l'œil, qui établiſſent encore une diſtance entre les points des ſurfaces, la jonction n'eſt pas auſſi intime qu'elle peut l'être; il faut enduire ces ſurfaces d'une liqueur, telle que l'huile, tous les pores, tous les vides ſeront remplis, du moins autant qu'il nous eſt permis d'y prétendre, & les marbres adhéreront ſi fortement, qu'il faudra une force beaucoup plus grande pour les ſéparer. Le ſuccès de nos moyens peut nous faire eſtimer l'efficacité des moyens de la nature. Quand elle a compoſé les corps pour la durée, elle a ſu comment il falloit approcher & unir leurs parties ; & par la force néceſſaire pour détruire notre ouvrage, nous pouvons juger de celle qu'elle produit pour l'oppoſer à la deſtruction des ſiens. Les phénomènes différens de la chimie, & ſur-tout cette force de la cohéſion, prouvent que l'attraction d'une molécule eſt très-grande à raiſon de la proximité ; & comme la cohéſion exiſte plus ou moins dans tous les corps, Newton a conclu que la gravité étoit univerſelle dans toutes les parties de la matiere.

Mais une expérience déciſive & récente donne encore une preuve plus ſenſible, & par conſéquent plus démonſtrative du pouvoir attractif de la matiere (*a*). Si l'on met en équilibre une balance portant à l'un de ſes bras un morceau de glace, taillé en rond, de deux pouces & demi de diametre, ſuſpendu dans une poſition horizontale; ſi l'on fait enſuite deſcendre cette glace juſqu'à ce qu'elle touche la ſurface du mercure placé au-deſſous dans un vaſe, il faudra ajouter dans le baſſin qui fait équilibre neuf gros dix-huit grains, pour que la glace ſe détache du mercure, & pour vaincre l'adhéſion qui réſulte du contact. Ce n'eſt point la preſſion de l'air ſur la glace qui produit l'adhéſion, l'effet eſt le même ſous une machine pneumatique d'où l'on a chaſſé l'air, & où on a fait le vide le plus parfait. Cette belle expérience eſt une des plus curieuſes que l'on ait faites depuis long-tems, elle eſt due à M. de Morveau, avocat général du Parlement de Dijon; elle prouve non ſeulement le pouvoir attractif de la matiere en général, mais encore elle en donne la meſure, en montrant que dans le contact le mercure agit avec une force équivalente à neuf gros dix-huit grains; le contact n'eſt ici qu'une grande proximité: & lorſque ce contact eſt auſſi parfait que la nature peut l'exécuter dans la compoſition des corps, lorſque la diſtance eſt peut-être encore un million de fois plus petite, on doit juger de l'adhéſion produite par cette force.

§. XII.

Il s'enſuit que l'attraction eſt une force non ſeulement propre

---

(*a*) M. de Morveau, *Elémens de chimie*. M. Macquer, *Dic. de chim.* art. peſanteur.

aux corps céleſtes, mais à toutes leurs parties; chaque portion de matiere, quelque petite qu'elle ſoit, en eſt revêtue; & l'attraction d'un corps eſt la force réſultante des attractions particulieres de chacune de ſes parties. Ces vues profondes conduiſirent Newton à un problême dont la ſolution étoit néceſſaire: il avoit vu que les planetes qui décrivent des ellipſes autour du ſoleil, les ſatellites autour de leurs planetes principales, ont une tendance vers le centre ou du ſoleil, ou de ces planetes, ſont attirées vers ce point. Mais le point ſans étendue eſt un être idéal & métaphyſique, il ne peut être revêtu d'aucune force; & la tendance vers ce point, qui peut être admiſe lorſqu'elle eſt conſidérée mathématiquement, ne ſeroit plus qu'une abſurdité en phyſique, ſi la géométrie ne rendoit pas compte de cette direction. Newton chercha quelle ſeroit l'action d'un globe ſphérique ſur un corps extérieur, en ſuppoſant que toutes les molécules dont ce globe eſt compoſé, attiraſſent le corps & elles-mêmes, en raiſon de leur petite maſſe, & inverſement comme le quarré de leur diſtance. Ce problême difficile eût effrayé les anciens géometres, ils n'auroient jamais conçu que l'eſprit humain pût s'y élever. En effet la penſée apperçoit dans chaque corps un nombre infini de petites parties, & leurs diſtances, tant entr'elles qu'à l'égard du corps attiré, ſont toutes différentes. Il faut cependant faire entrer dans le calcul & toutes ces parties, & leurs diſtances différentes. Mais Newton avoit le calcul des fluxions, des quantités infiniment petites, il pouvoit conſidérer la nature dans ſes dernieres diviſions; il trouva que la force totale, née de toutes ces forces partielles, étoit dirigée au centre & attiroit le corps extérieur en raiſon inverſe du quarré de la diſtance du corps à ce centre. Le calcul géométrique juſtifioit donc encore ce que l'obſervation des phénomènes avoit indiqué, la tendance

au centre; & l'attraction d'un globe entier ſuit la même raiſon que celle de ſes parties.

§. XIII.

Newton voyant que chaque corps céleſte étoit doué d'une force particuliere, voulut eſtimer ces forces; mais les forces de la nature ſont les premieres raiſons des choſes, ce ſont les reſſorts ſecrets du mouvement, nous ne pouvons les connoître que par le mouvement & par leurs effets (*a*). Les ſeules forces qui ſe manifeſteront ainſi, ſeront connues; & encore faut-il que leurs effets ſoient en proportion avec nos organes, & puiſſent être ſaiſis par nos ſens. La peſanteur eſt l'effet de l'attraction, c'eſt donc le poids des corps qui doit la faire connoître. S'il nous étoit permis de tranſporter le même corps ſucceſſivement ſur chaque planete, & de meſurer les changemens de ſon poids, nous aurions les forces attractives de ces planetes, ou du moins les rapports de ces forces. Il ne nous eſt permis d'atteindre à ces diſtances que par la penſée, & par l'organe de la vue; mais ces corps que nous n'y pouvons porter, la nature les y a placés elle-même, du moins ſur quelques-unes de ces planetes: c'eſt la Lune qui peſe ſur la Terre, ce ſont les ſatellites de Jupiter & de Saturne, & toutes les planetes, qui peſent ſur Jupiter, Saturne & le ſoleil. Tous ces corps ne ſe meuvent, ne circulent dans des orbites que parce qu'ils peſent ſur le corps central. Newton a donc pu meſurer par les tems de leurs révolutions le poids de ces corps, à la diſtance où ils ſont du corps central. Mais comme le poids, ou ce qui eſt la même choſe, l'attraction varie en conſéquence de la diſtance, & que la lune, les ſatellites, les planetes, ſont à des éloignemens conſidéra-

(*a*) *Suprà*, p. 67.

blement différens de leur point de tendance, il falloit réduire tous ces poids pour une distance égale, ce qui est toujours facile, puisque l'attraction croît en raison inverse du quarré de la distance. Enfin, & c'est une des plus belles & des plus étonnantes découvertes de l'esprit humain, Newton a trouvé par des principes démontrés, par des calculs rigoureux, qu'un corps, qui placé à une certaine distance de la Terre, peseroit une livre, porté successivement à la même distance des centres de Saturne, de Jupiter & du Soleil, peseroit aussi successivement 78, 288 & 307831 livres : or comme le poids d'un corps n'est que l'attraction exercée sur lui par un autre corps, comme le pouvoir attractif de ce dernier corps est réglé par la quantité de matiere qu'il contient, il s'ensuit que Saturne & Jupiter ont 78 & 288 fois plus de matiere que la Terre; & le soleil à lui seul, dans son globe à la vérité immense, renferme trois cent sept ou huit mille fois plus de matiere que notre propre globe.

§. XIV.

Les autres planetes, qui existent solitaires & sans satellites, telles que Mars, Vénus & Mercure, n'ayant point de corps qui pesent sur elles, ni de sujets qui ressentent leur puissance, cette puissance, la force dont ces globes sont revêtus, la quantité de matiere qu'ils contiennent ne peut nous être manifestée, ou du moins ne pourra l'être que par des conjectures & par des moyens plus ou moins incertains. Mais quoique la masse ne soit pas dans la proportion de la grandeur & du volume, il y a cependant une certaine relation entre ces choses; sans doute que les molécules de matiere ne peuvent être serrées que jusqu'à un certain point, il est sans doute une quantité au-delà de laquelle le volume ne peut plus rien contenir : on en doit légitimement conclure que Mars, Vénus & Mercure

n'étant pas plus grands, ou même étant plus petits que la Terre, ne peuvent avoir une maſſe & une force conſidérablement plus grande. Si l'on ſuppoſe, pour évaluer tout au plus fort, que ces trois planetes ont chacune une force égale à celle de la terre, & que, additionnant les forces des ſix planetes, on aura le nombre 370, tandis que le ſoleil ſeul poſſede une force exprimée par 307831, une force environ mille fois plus grande que celle de toutes les planetes; & ſi on les conſidere comme réunies en maſſe & comme attachées à l'extrémité d'un long levier, d'une grande balance qui atteigne le ſoleil, cet aſtre placé à l'autre extrémité, avec ſa ſeule maſſe mille fois plus peſante, entraînera tout; c'eſt ce qui eſt arrivé dans le ſyſtême de l'univers. Le ſoleil s'eſt rendu le maître, il a pris l'empire parce qu'il étoit le plus fort; tous les corps qu'il a pu atteindre & ſaiſir, il les a retenus par les liens de cette force prépondérante; il les oblige de circuler autour de lui, ſans qu'ils puiſſent jamais s'en écarter: & ſeulement la nature qui a mis partout des degrés & partout réglé des rangs, a permis à ces planetes d'exercer le même deſpotiſme dans des diſtricts particuliers; elles ont également ſaiſi les petits corps qui ſe ſont rencontrés dans leurs domaines, elles ſe ſont fait une cour & un empire de corps circulans. Ce joug a été diſtribué, réparti en raiſon de la force d'une part, & de la foibleſſe de l'autre; une loi univerſelle & durable s'eſt établie, l'attaque & la réſiſtance ont été tellement balancées, qu'il en réſulte un équilibre peut-être éternel. Telle eſt l'explication que Newton a donnée de l'arrangement de l'univers: explication également fondée & ſur les principes géométriques les plus sûrs, & ſur les vues phyſiques les plus ſaines; explication bien différente de celle de ces tourbillons imaginaires, dont les grands avoient la puiſſance d'engloutir

les

les petits, ſans les altérer, & ſans aucun mélange de ces deux maſſes liquides.

§. XV.

Les planetes, les ſatellites ſont donc mus dans leurs orbites elliptiques, autour d'un corps central, par deux forces, dont l'une eſt toujours dirigée à ce point, & tend à les y porter, l'autre toujours uniforme, & tendant conſtamment à les en écarter. Mais dans la circulation de ces corps il eſt un phénomène qu'on a peine d'abord à concevoir, & un mécaniſme que nous devons expliquer. Le ſoleil n'eſt point au centre de ces orbites, il eſt par conſéquent plus près d'une extrémité que de l'autre; ſi le corps qu'il attire eſt placé dans la partie la plus éloignée, on conçoit que la peſanteur peut prévaloir ſur la force uniforme qui la combat, qu'elle peut continuer de prévaloir pendant une demi-révolution; & le réſultat de cette ſuite d'avantages eſt que le corps attiré s'eſt approché conſidérablement. Mais lorſqu'il eſt arrivé à ce terme, & dans la partie de ſon orbe la plus voiſine du ſoleil, le corps va s'éloigner pendant une demi-révolution, de la même quantité dont il s'étoit approché; & il finit par ſe retrouver à cette diſtance, la plus grande de toutes celles qui lui ſont permiſes, & où nous avons ſuppoſé que ſa révolution avoit commencé. Comment cette force centrale, qui a prévalu pendant un tems ſur la force uniforme, ceſſe-t-elle de prévaloir, au point de perdre ſucceſſivement tous les avantages qu'elle avoit acquis? La force qui lui eſt oppoſée eſt uniforme, & cette uniformité exclut en elle toute idée de changement & d'augmentation. L'explication de ce phénomène ſingulier eſt dans la force centrifuge; Huygens avoit préparé des faits & des réponſes à Newton. Mais pour éclaircir entierement le myſtere,

il faut, comme Newton, avoir été plus loin que Huygens, & avoir connu dans ſa profondeur la nature des forces centrifuges. Huygens n'a conſidéré cette force que dans le cercle, Newton la retrouva dans les mouvemens curvilignes: tous ces mouvemens tiennent toujours quelque choſe des mouvemens circulaires; ils ont entr'eux des reſſemblances, parce que la nature eſt nuancée. Un corps eſt mu en ligne droite par une force conſtante; il eſt ſans ceſſe retiré de cette ligne droite par la force centrale; les deux forces ſe combinent, & il en réſulte une orbite en courbe fermée, voilà les faits. Si cette courbe fermée eſt un cercle, les principes de Huygens nous ont appris qu'il en naît une force centrifuge, préciſément égale à la force centrale (*a*); l'une balance l'autre, & le corps tourne inceſſamment, ſans jamais s'approcher, ni s'éloigner du centre. Mais lorſque la courbe fermée eſt une ellipſe (*b*), lorſque le centre d'attraction eſt dans le foyer de cette ellipſe, le corps a-t-il une force centrifuge, & quelle eſt ſa meſure? C'eſt ce que Newton a vu de plus que Huygens. Quoique la route ſoit elliptique, dès que la courbe eſt fermée, le corps accomplit une véritable gyration autour du foyer, les routes

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtron. moderne, *Suprà*, p. 461.

(*b*) Tout dépend de la viteſſe qui réſulte de la force uniforme. Nous avons dit que cette viteſſe étoit meſurée par la hauteur d'où l'on pouvoit ſuppoſer que le corps étoit tombé; nous avons dit que pour qu'un corps circulant eût une force centrifuge égale à la peſanteur, il falloit qu'il fût tombé d'une hauteur égale à la moitié du rayon du cercle (*Suprà*, p. 462). Si donc un corps attiré vers B (*fig* 25) part du point A, pouſſé par une force uniforme, avec la viteſſe qu'il auroit s'il étoit tombé d'une hauteur unique, égale à AC, il décrira un cercle autour du point B. Mais ſi ſa viteſſe eſt moindre ou plus grande, il décrira une autre des ſections coniques, pourvu que la force centrale ſoit inverſement comme le quarré de la diſtance: ſavoir une ellipſe, tant que la viteſſe ſera moindre ou plus grande que celle de la hauteur AC; lorſqu'elle ſera telle que par la hauteur AB, la courbe ſera une parabole: & enfin ſi elle eſt plus grande que par cette hauteur AB, la courbe ſera une hyperbole. Dans d'autres hypothèſes que celles du quarré des diſtances, il naîtroit d'autres routes & d'autres courbes; mais comme ces loix de la peſanteur n'ont ſans doute pas lieu dans la nature, ce ſont de pures conſidérations géométriques qui ne ſont pas de notre objet.

Digitized by Google

ſont différentes, mais le réſultat de la totalité des effets eſt le même dans l'ellipſe que dans le cercle; à la fin de la révolution, le corps a fait un tour entier. Eclairciſſons cette conſidération par un exemple; ſuppoſons qu'une planete ſoit attachée à une longue verge, fixée au centre du ſoleil, & mobile autour de lui, ſuppoſons que cette verge faſſe une révolution entiere, en conſervant la même dimenſion & le même mouvement, il en naît une force centrifuge qui ſera d'autant plus petite que la verge ſera plus longue; voilà pour le mouvement circulaire. Mais on peut imaginer que la longueur de la verge varie, & qu'elle diminue dans une demi-révolution pour augmenter dans l'autre: qu'arrivera-t-il alors? Le mouvement, en tant que gyration, n'eſt point changé, les effets doivent reſter les mêmes, il doit toujours y avoir force centrifuge ſeulement, comme la longueur de la verge eſt variable, la planete à chaque pas commencera un nouveau cercle d'un rayon ou plus petit, ou plus grand, la force centrifuge augmentera ou diminuera en conſéquence, & dans tout le cours de la révolution, elle ſera variable auſſi-bien que la peſanteur. La planete part de ſa plus grande diſtance avec la plus petite force centrifuge, la peſanteur plus grande a l'avantage, mais cet avantage diminue à meſure qu'elle rapproche la planete; car la force centrifuge croît d'une part en conſéquence d'un plus petit rayon, & de l'autre parce que la planete rapprochée ſe meut avec plus de vîteſſe (*a*): la force centrifuge augmente par ces deux raiſons, elle l'emporte à ſon tour ſur la peſanteur, & elle garde cet avantage pendant l'autre demi-révolution, juſqu'à ce que la peſanteur ait repris le premier aſcendant avec lequel elle a commencé la révolution. Cette compenſation alternative,

(*a*) *Suprà*, p. 460.

ce mécaniſme eſt admirable, il annonce la ſageſſe qui a préſidé à l'univers. Tout ce qui eſt force eſt à la fois un principe de production & de deſtruction ; c'eſt par l'oppoſition de la force à la force, c'eſt par l'équilibre que tout ſubſiſte ; tous ces effets, tous ces réſultats des phénomènes ſont démontrés. Nous diſcuterons bientôt le principe de l'attraction dont nous décrivons les conſéquences, mais ce principe une fois admis, ces conſéquences ne ſouffrent ni doute, ni incertitude, ce ſont des vérités qui découlent naturellement, & ſans effort, d'une premiere vérité admiſe.

§. XVI.

Dès que l'attraction eſt proportionnelle à la quantité de matiere, on conçoit facilement que le volume & la grandeur des corps céleſtes ne paroiſſant pas varier, la quantité de matiere reſte la même, & que la force centrale n'éprouve pas de diminution ; rien ne peut déranger à cet égard les reſſorts du mouvement. Mais la force uniforme, qui a été une fois imprimée, il faut nous dire ou comment on la renouvelle, ou comment elle perſévere ſans être renouvelée ? Cette queſtion naît de ce que nous jugeons de l'univers par ce qui nous entoure. Nous ſommes dans un monde où les deſtructions ſont ſucceſſives & rapides ; dans le grand univers ces deſtructions, ſi elles ont lieu, ne peuvent être qu'infiniment lentes. Le mouvement ne ſe perd dans un corps que parce qu'il ſe communique à un autre ; pour qu'il ſe perde, pour qu'il ſe tranſmette, il faut qu'il y ait réſiſtance. C'eſt ce qui arrive aux corps que nous lançons dans l'atmoſphere, l'air réſiſte à leur paſſage, il conſume leur force & les en dépouille peu à peu ; on conçoit que cette réſiſtance doit être proportionnée à la denſité de l'air, à l'épaiſſeur du milieu traverſé.

Digitized by Google

Mais cet air n'eſt épais que près la ſurface de la terre, les vapeurs peſantes ne s'élevent pas bien haut dans un fluide ſi leger; d'ailleurs cet air, quoique leger, peſe encore, les couches inférieures ſont chargées du poids des ſupérieures, & en conſéquence elles ſont plus ſerrées & plus réſiſtantes. La réſiſtance doit donc diminuer à meſure qu'on s'éloigne de la ſurface de la terre & des planetes. Newton a calculé qu'à la hauteur d'environ ſoixante-dix lieues l'air devoit être ſoixante & quinze millions de millions de fois plus rare qu'à la ſurface de notre globe; il eſt probable que dans les eſpaces qui nous ſéparent des planetes, on ne rencontreroit qu'un fluide encore plus rare. Mais en le ſuppoſant tel qu'il eſt à ſoixante-dix lieues d'élévation, ſi le mouvement de Jupiter s'y accompliſſoit, cette planete perdroit à peine la millionieme partie de ſon mouvement en un million d'années. On ne peut diſconvenir qu'une telle réſiſtance & la perte qui en réſulte, ſont abſolument inſenſibles; le fluide, s'il en eſt dans ces eſpaces, eſt, quant aux effets obſervables, abſolument comme s'il n'exiſtoit pas: auſſi Newton, éclairé par un profond travail ſur la réſiſtance des milieux, & ſur les mouvemens qui s'y exécutent, a-t-il établi que les planetes ſe mouvoient dans le vide, puiſque les mouvemens continuent ſans déchet, & que les phénomènes ſe perpétuent ſans changement.

§. XVII.

Non ſeulement Newton a déduit de la forme elliptique des orbites, que les planetes tendoient vers le foyer par une force inverſement proportionnelle au quarré de la diſtance; mais un autre phénomène lui a donné une confirmation démonſtrative de la loi des variations de cette force. Newton trouva par la géométrie que ſi la force centrale ne varioit pas exac-

tement dans cette raiſon, la ligne des abſides auroit un mouvement autour du ſoleil, comme Képler l'avoit annoncé (*a*) : pour peu que cette raiſon ſoit différente & s'approche de la raiſon inverſe des cubes, les apſides avanceront ſenſiblement ; ſi les variations de la peſanteur étoient dans une raiſon moindre que celle des quarrés, les abſides reculeroient (*b*). Les aſtronômes, dans le tems de Newton, n'étoient pas d'accord ſur le mouvement des apſides des planetes, les uns le nioient, les autres l'adoptoient : il s'enſuit que ſi ce mouvement exiſte, il ne peut être que petit & très-lent ; l'attraction ne différoit donc qu'inſenſiblement de la loi du quarré des diſtances. Newton établit l'exiſtence abſolue de cette loi, & l'immobilité de la ligne des abſides, du moins pour les ſix grandes planetes qui circulent autour du ſoleil. Lorſque dans la ſuite ce mouvement ſe manifeſta par des obſervations plus exactes, on voulut l'oppoſer comme un argument, contre la théorie de Newton, mais ceux qui faiſoient cette objection n'entendoient pas ſa théorie ; dans les cas où ce mouvement eſt le plus ſenſible, ſi la force de la peſanteur eſt altérée, Newton va montrer que la loi ſubſiſte, en dérivant de ſa loi méme la cauſe des altérations.

§. XVIII.

Si au contraire cette ligne des abſides étoit dans un repos abſolu, on pourroit croire que l'attraction eſt en défaut, on pourroit en conclure que ce n'eſt point une loi générale & réciproque, qui unit tous les corps & tous les ſyſtêmes de corps de l'univers par un lien puiſſant. Newton étoit ſi perſuadé de la réciprocité de la peſanteur, qu'il a ôté au ſoleil

(*a*) *Suprà*, p. 74. (*b*) Newton, *Princ. math.* Liv. I, prop. 45.

l'immobilité que Copernic & Galilée lui avoient rendue. Ce n'eſt point réellement autour de lui que nous nous mouvons, c'eſt autour du centre de gravité de tous les corps céleſtes. Ce point eſt le point d'appui du monde, c'eſt là que tous les corps ſe balancent; là réſide le repos que les anciens avoient accordé à la terre. Newton dans ſa penſée, a arrêté pour un moment le mouvement de la machine, il a imaginé un levier dont une extrémité porteroit le ſoleil, tandis que toutes les planetes ſeroient réunies en maſſe à ſon autre extrémité, il a cherché par quel point il faudroit ſuſpendre ce levier pour que tout fût en équilibre; & lorſqu'il a rendu le mouvement, lorſqu'il a dit aux planetes de marcher, elles ont décrit des orbes, des ellipſes autour de ce point. Le ſoleil lui-même avec ſa maſſe peſante & majeſtueuſe, eſt aſſujetti à la deſtinée univerſelle; il cede mais peu, & en raiſon de ſa puiſſance; il ne décrit qu'une très-petite ellipſe autour de ce point, mais il eſt mu du mouvement général, & quelle que ſoit ſa grandeur, il donne l'exemple de l'obſervation des loix. Qu'on ne croye pas que ce point ſans étendue & ſans force, régiſſe l'univers, ce ſeroit retomber dans les abſurdités des anciens; ce point n'a par lui-même aucune influence, il n'y a que les corps qui ſoient agiſſans: ſemblable à ce point, le point d'équilibre d'une balance eſt indifférent au mouvement, il le ſouffre, il en eſt le centre; mais il n'influe point ſur les poids qui montent & deſcendent autour de lui. Cette grande vue de Newton eſt une conſéquence rigoureuſe de ſes principes; elle n'empêche pas que le ſoleil ne ſoit dans un repos ſenſible. Le point d'appui de cet immenſe levier eſt dans le globe du ſoleil même, le centre de l'aſtre, à la vérité ſe déplace & tourne autour de ce point; mais il ne nous eſt point permis de nous en appercevoir. Les effets de ce mouvement

Digitized by Google

s'anéantiſſent par la diſtance, le ſoleil à nos yeux conſerve le repos qui ſemble faire ſa dignité ; & les apparences ſont les mêmes que ſi nous & toutes les planetes tournions autour de ſon centre.

§. XIX.

Si les planetes, en conſéquence de l'attraction univerſelle des parties de la matiere, peuvent étendre leur action juſqu'au ſoleil, pour déplacer cette maſſe énorme, à plus forte raiſon doivent-elles avoir une action ſenſible les unes ſur les autres ; les forces qui font circuler un corps autour d'un centre, ſont à chaque inſtant altérées par d'autres forces qui tirent ce corps vers d'autres points. Ce n'eſt plus un mouvement ſimple, c'eſt un mouvement compoſé de toutes ces forces & de toutes ces directions ; le mouvement de chaque atôme de la matiere tient à tous les atômes de l'univers : le principe ſimple de l'attraction produit, en conſéquence de la multiplicité des êtres, la variété infinie des phénomènes ; une grande complication naît d'une cauſe unique. Mais le principe qui peut ſuivre cette complication dans ſes détails, qui peut rendre compte de chaque effet particulier, & de tous les effets les uns après les autres, eſt appuyé d'une part ſur la ſimplicité de la cauſe, qui eſt au moins vraiſemblable comme hypothèſe, & de l'autre ſur cette multitude d'effets, qui ne peuvent être enchaînés que par la cauſe réelle dont ils dépendent, & que la vérité ſeule peut expliquer.

Il faut donc examiner en détail toutes les forces des planetes, pour déterminer les effets de leur action mutuelle ; s'il en eſt un qui ſoit contraire aux phénomènes obſervés, le principe de l'attraction ſera en défaut, & nous pourrons douter de ſa légitimité. Mais ſi ce principe développé nous donne pour

pour conſéquence tous les faits connus de la nature, nous dirons, le génie de Newton nous a revélé le véritable reſſort du mouvement. Dès que Newton a vu que les planetes, par leur attraction, pouvoient ſe déranger mutuellement dans leur cours, & s'écarter de la route ſimple & elliptique que Képler leur avoit tracée, il a dû jeter ſes premiers regards ſur la lune, ſur cette planete bizarre dont les anciens aſtronômes de l'Aſie avoient reconnu la marche inégale. Hypparque, Ptolémée, Tycho, Képler lui avoient découvert chacun une inégalité différente. Au tems de Newton, elle en avoit quatre bien conſtatées, tandis que les autres planetes plus conſtantes n'en ont qu'une. La ligne des abſides de la lune a un mouvement aſſez rapide; cette ligne répond à différens points du ciel, & fait une revolution entiere en huit ans & trois cent neuf jours; c'eſt ce que les anciens Chaldéens nommoient la révolution de l'inégalité. Les nœuds de cette planete, les points où ſon orbite inclinée coupe l'écliptique, rétrogradent conſtamment ſur ce cercle, & le parcourent en dix-huit ans & deux cent vingt-quatre jours.

Aucune planete n'eſt aſſujettie à des changemens ſi variés & ſi multipliés; Newton, dans toutes les autres, n'avoit à cherchet que l'accompliſſement des loix de Képler, & ſon principe avoit été d'accord avec la nature pour les donner. Ces loix paroiſſoient continuellement violées dans l'orbite de la lune; elles l'étoient par des actes infiniment ſenſibles : ce ne pouvoit être que l'ouvrage d'une action très-puiſſante; Newton y reconnut la force ſolaire. Képler avoit déjà ſoupçonné que l'action du ſoleil s'ajoutoit à celle de la terre pour faire mouvoir la lune & pour la déranger (*a*): mais la nature ſoupçonnée n'eſt pas convaincue, nous ne devons la juger que ſur des preuves;

(*a*) *Suprà*, p. 113.

Newton démontra que les loix générales ne paroiſſent violées dans les mouvemens de la lune que par une conſéquence du principe univerſel.

§. XX.

La lune obéit à la terre en tournant autour d'elle, la terre obéit de même au ſoleil ; mais on juge bien que la lune n'échappe pas à l'aſtre qui a ce pouvoir ſur la terre, il les ſaiſit avec un pouvoir égal : s'il étoit aſſez éloigné pour les tirer toutes deux comme par des cordes parallèles, il les approcheroit de lui toutes deux également ; la poſition de la lune à l'égard de la terre ne ſeroit point changée ; ſon mouvement ne ſeroit point troublé. Mais les lignes menées des centres de la terre & de la lune au ſoleil, où, s'il eſt permis de ſe ſervir de cette expreſſion, les cordons attractifs ſont inclinés l'un à l'autre, & forment un angle au centre de cet aſtre ; c'eſt de cette inclinaiſon que naît l'altération du mouvement de la lune (*a*). Si l'on ſe rappelle qu'une force ſuivant une direction, peut toujours être décompoſée en pluſieurs autres & ſuivant différentes directions, on verra que Newton conſidérant la force du ſoleil pour attirer la lune, a pu la décompoſer dans le ſens des deux forces, qui font circuler la lune autour de nous ; ſavoir, dans le ſens de la force centrale

(*a*) Le ſoleil tire la terre (*fig.* 26) ſuivant la direction ST, & la lune ſuivant LS, qui font un angle en S. La force du ſoleil ſur la lune, agiſſant ſuivant la direction LS ou LO, peut toujours être décompoſée en deux autres forces (*Suprà*, pag. 80, & Tom. I, p. 327) ; ſi l'on mene HL parallèle à ST, les forces ſuivant LM & LN, ſeront équivalentes à la force ſuivant LO. On peut donc repréſenter l'effet de cette derniere force par celui de deux autres forces, dont l'une pouſſe la lune vers la terre, en s'ajoutant à l'attraction de la terre ; cette attraction ſera donc modifiée, tantôt augmentée, tantôt diminuée par celle du ſoleil : l'autre force eſt celle ſuivant LN, elle ſe décompoſe encore, mais il eſt inutile d'entrer ici dans cette explication. On voit qu'en L, où la lune va vers B, la force LN tend à précipiter ſon mouvement ; en L, où la lune va vers A, la force LN tend à le retarder.

qui pouſſe la lune vers la terre, & dans la direction de la force uniforme qui eſt toujours tangente à ſon orbite. Ce qui caractériſe les hommes ſupérieurs, c'eſt le talent de réduire les queſtions au plus grand point de ſimplicité; ainſi par cette décompoſition, Newton, malgré l'action étrangere du ſoleil, pouvoit conſidérer le mouvement de la lune comme toujours produit par deux forces: ces forces ſont ſeulement différentes de ce qu'elles ſeroient, ſi le ſoleil n'avoit pas d'influence. Mais ce qui rend le problême infiniment difficile, c'eſt que les aſpects relatifs du ſoleil & de la lune changeant à chaque inſtant, ces forces ſont à chaque inſtant diverſement altérées. Newton oſa entrer dans le labyrinthe de ces variations ſucceſſives & compliquées, il avoit inventé le calcul différentiel, il marchoit à ſa lumiere.

§. XXI.

Nous allons examiner ce qui réſulte des altérations de ces deux forces. On ſe rappelera que ſuivant la démonſtration de Newton, les apſides des planetes ne peuvent être immobiles que lorſque la force dirigée au centre eſt exactement dans la raiſon inverſe du quarré des diſtances. Dès que cette force eſt altérée, cette ligne devient mobile, & par un mouvement progreſſif d'autant plus rapide que l'altération eſt plus conſidérable. C'eſt un des effets qui réſultent de l'action du ſoleil ſur la lune; la force qu'il exerce ſur elle, décompoſée ſuivant la direction de cette planete vers nous, eſt une addition à la force qui l'y attire ſans ceſſe. La ligne des apſides de la lune doit donc avoir un mouvement. Il paroît que Newton, occupé de tant de recherches importantes, étonné de la foule des vérités qui ſe préſentoient à lui, & ne pouvant les conſidérer toutes à la fois, s'eſt contenté de cet accord de ſa théorie avec les

phénomènes (*a*). Les obſervations apprennent la révolution des apſides de la lune ; la théorie leur preſcrit en effet de s'avancer progreſſivement le long de l'écliptique : il s'agiſſoit encore de comparer les quantités, & de voir ſi les effets connus étoient conformes aux loix preſcrites.

L'autre force, née du ſoleil & ajoutée à la force uniforme, toujours tangente à l'orbite, exerce donc ſon action dans cette orbite même, & tend à accélérer ou à retarder la vîteſſe. On voit que lorſque la lune eſt pleine & au-delà de la terre dans ſon oppoſition au ſoleil, & quelle marche vers lui, la force de cet aſtre doit accélérer ſon mouvement, elle doit le retarder, lorſque la lune allant de la conjonction à l'oppoſition, marche en s'éloignant du ſoleil (*b*). Nous n'entrerons point dans le détail de la maniere dont les différentes équations du mouvement de la lune s'expliquent par la théorie de la gravité ; Newton n'a fait qu'ébaucher cette partie, ce ſont les géometres du ſiecle préſent qui l'ont portée à ſa perfection. Nous en rendrons compte dans la ſuite de cet ouvrage ; d'ailleurs cette partie eſt celle où Newton s'eſt enveloppé de plus d'obſcurité. Il ſemble avoir caché la route qu'il a ſuivie : on voit qu'il n'a point embraſſé dans ſon entier le problême de déterminer les inégalités de la lune, en conſéquence de la force perturbatrice du ſoleil ; il a voulu montrer ſeulement en général, & par quelques exemples, que ces inégalités pou-

(*a*) La prop. XLV du premier livre des *Principes* donne le mouvement des abſides, qui réſulte d'une addition à la force centrale : Newton n'en a point fait d'application à la lune, du moins dans la premiere édition ; dans les ſuivantes il a montré une ſuppoſition de force, qui donneroit la moitié du mouvement de l'apogée (*Edit. Franc.* T. I, p. 151). Mais il ne fait point entrer dans l'expreſſion de la force l'angle d'élongation de la lune au ſoleil (*Ibid.* T. II, p. 109), & il en naît des difficultés que Newton paroît n'avoir point attaquées. Auſſi n'a-t-il point donné la quantité du mouvement de l'apogée, déduit de ſes principes.

(*b*) *Voyez* la fig. 26.

Digitized by Google

voient ſe déduire de la théorie de la gravitation (*a*). Il paroît adopter l'hypothèſe d'Horrox (*b*) renouvelée par Halley, qui fait mouvoir le centre de l'ellipſe de la lune dans un petit cercle, pour éloigner ce centre & l'approcher de la terre, pour faire varier l'excentricité, & expliquer la ſeconde équation de Ptolémée qui a lieu dans les quadratures. Cette hypotheſe eſt ingénieuſe, mais ce ne peut être jamais qu'une hypothèſe. Newton ſans doute ne l'eût point admiſe, s'il fût entré plus avant dans la théorie de la lune; il l'a laiſſé ſubſiſter comme une vraiſemblance qui peut faire attendre la vérité & tenir ſa place. Ces centres, qui roulent dans des cercles, tenoient encore de l'ancienne aſtronomie de Ptolémée; cette hypothèſe ne peut être que mathématique, & propre à repréſenter les apparences; ce n'eſt point la raiſon de ces apparences, ce n'eſt point une cauſe phyſique : au tems de Newton, qui dériva tous les effets des forces de la matiere, les points ſans étendue ne pouvoient plus avoir ni influence, ni mouvement. Mais il ſeroit injuſte de croire que Newton, dans ſes recherches mathématiques ſur les mouvemens de la lune, n'a fait qu'adopter les quantités données par les aſtronômes, & deduites des obſervations. Il a rendu raiſon de la troiſieme équation de Tycho, qui a lieu dans les octans (*c*); il a montré que l'équation annuelle apperçue par Tycho, Képler, Horrox & Halley, & long-tems confondue avec l'équation du tems, étoit un véritable changement dans la vîteſſe de la lune, changement produit par la tranſlation de la terre autour du ſoleil, laquelle s'approchant plus ou moins de cet aſtre, expoſe plus ou moins à ſon action la lune qui la ſuit (*d*). Il a déduit

(*a*) Princ. math. L. III, prop. 35, Scholie.
(*b*) *Suprà*, p. 155.
(*c*) Liv. III, Prop. XXIX, p. 63.
(*d*) Newton ne parle point de cette équation & des autres plus petites dans ſa premiere édition. Il paroît qu'en 1686, il ne

des mêmes principes pluſieurs petites équations, qui n'avoient point encore été apperçues, & qui étoient réellement trop petites pour que l'obſervation pût démêler leur quantité confondue avec celle des grandes équations (*a*).

§. XXII.

Newton a prouvé lui-même qu'il avoit été guidé par la théorie dans cette recherche; on peut ſuivre ſa marche lorſqu'il traite les variations du plan de l'orbite de la lune (*b*). Nous avons décompoſé la force du ſoleil ſur cette planete, mais nous avons exécuté cette décompoſition dans le plan même de cette orbite; on conçoit que le ſoleil, immobile dans l'écliptique, tirant à lui la lune, toujours dans ſon orbite inclinée, & preſque toujours au-deſſus ou au-deſſous de l'écliptique, ne peut l'approcher de lui ſans la faire ſortir du plan de ſon orbite, ſans faire deſcendre la planete vers l'écliptique. La théorie de Newton lui enſeigna qu'il réſultoit deux effets de ce changement, l'un de déplacer l'orbite, & de changer les points où il coupe l'écliptique, l'autre d'abaiſſer ou d'élever le plan même de cette orbite, & d'en altérer l'inclinaiſon. Cette théorie lui donna le mouvement rétrograde de ces nœuds de la même quantité que les obſervations l'indiquent; leur révolution ſe fait en 18 ans & 224 jours, & l'inclinaiſon eſt variable périodiquement dans une étendue d'à peu près 18 minutes (*c*), comme Tycho l'avoit annoncé (*d*). Si Newton n'a point donné le véritable mouvement de l'apogée,

---

s'en étoit pas encore occupé. Cette partie des recherches de Newton n'a paru qu'en 1702 dans l'Aſtronomie de Gregori, & enſuite dans la ſeconde édition des *Principes* en 1713.

(*a*) Princ. mathém. édit. Franc. Tom. II, p. 105 & 108.
(*b*) *Ibid.* p. 104.
(*c*) *Ibid.* Liv. III, Prop. XXXII & XXXV.
(*d*) *Supra*, Tom. I, p. 400.

s'il n'a point expliqué en détail toutes les équations connues du mouvement de la lune, & ſi dans ſes mains cette théorie n'eſt point ſortie, pour ainſi-dire, d'un ſeul jet du principe de la gravité, c'eſt que la nature a placé des limites à tous les êtres & à tous les eſprits, même aux plus vaſtes, pour le nombre des idées. Newton qui a parcouru la plus longue & la plus glorieuſe de toutes les carrieres, a montré aſſez de choſes qu'on n'avoit point ſoupçonnées avant lui; il étoit naturel en conſéquence de ces limites qu'il ne vît pas tout, & qu'il laiſsât quelque choſe à ceux qui viendroient après lui. Mais quoique la théorie de la lune ne fût encore qu'ébauchée, Newton dût voir avec une grande ſatisfaction que cette planete rébelle ne ſe refuſoit point à ſes loix; elle ne ſe dérange au contraire que pour manifeſter l'univerſalité de l'attraction. Non ſeulement les principales inégalités ſont évidemment nées de cette cauſe, mais la planete eſt aſſujettie à deux autres dérangemens, le mouvement de l'apogée & celui du nœud, qui ſont les caracteres diſtinctifs & les conſéquences néceſſaires du principe de la gravitation univerſelle. Ainſi, quand même le ſiecle ſuivant n'auroit point perfectionné cette partie négligée de l'empire que Newton s'étoit formé dans la nature, cet empire n'en étoit pas moins ſolidement établi: Newton n'en voyoit pas moins clairement que le cours tranquille & réglé des planetes annonçoit leur gravitation vers un centre; & que la marche toujours troublée, toujours irréguliere de la lune, démontroit l'univerſalité de cette gravitation, & ſa tendance inégale vers différens centres inégalement éloignés.

§. XXIII.

Pendant que Newton étoit occupé de ces recherches profondes dont il ſuivit, dont il médita long-tems les [illegible]s

& les conſéquences, Picard meſuroit la terre, Huygens donnoit la meſure des forces centrifuges dans le cercle, & Richer, revenu de Caïenne, rapportoit l'accourciſſement du pendule à l'équateur. L'Académie des ſciences de Paris y trouva la confirmation du ſoupçon, que la peſanteur pouvoit être diminuée ſous l'équateur, à cauſe d'une plus grande force centrifuge, & la chûte des corps rallentie. Newton, en adoptant l'expérience & l'explication, fut éclairé par ce fait de la nature, & il en tira des conſéquences dignes de ſon génie. Huygens (a) eut l'avantage de ſe rencontrer avec lui; ils apperçurent que la terre devoit être aplatie aux pôles, & plus élevée dans les régions de l'équateur : tous deux ont penſé que cette diminution de la gravité, manifeſtée par les corps terreſtres détachés & libres de tomber, avoit eu la même influence ſur les parties conſtituantes du globe, parties liées par la cohéſion pour compoſer la maſſe ſolide. Newton & Huygens trouverent que la force centrifuge à l'équateur étoit la deux cent quatre-vingt-neuvieme partie de la peſanteur; la peſanteur eſt donc diminuée de cette quantité : un corps qui peſeroit deux cent quatre-vingt-neuf livres ſous le pôle de la terre, n'en peſeroit plus que deux cent quatre-vingt-huit à l'équateur.

La ſurface de la terre eſt dans ſa plus grande partie couverte par les mers : les eaux que la moindre inclinaiſon fait couler & changer de place, paroiſſent tenir cette mobilité du peu de cohéſion de leurs molécules; elles ſont toujours prêtes à obéir à la plus légere impreſſion, parce qu'elles n'ont point

(a) Huygens eſt parti de ces deux principes, que la peſanteur primitive jadis fut dirigée au centre, & que la peſanteur altérée par la force centrifuge eſt aujourd'hui perpendiculaire à la ſurface, comme les faits l'indiquent. Newton ſuppoſe que la peſanteur primitive réſulte de l'attraction de toutes les parties de la terre, & que les colonnes centrales ſont en équilibre, ſans égard à la perpendicularité à la ſurface.

cette

cette union intime, qui produit une forte réſiſtance. La diminution de la peſanteur, ou l'action de la force centrifuge, qui tend à éloigner les corps du centre, a dû ſe manifeſtet dans ces fluides, & avoir élevé les eaux de l'équateur. Qu'on imagine deux canaux remplis d'eau, qui ſe communiquent au centre de la terre, & qui partent tous deux de ce centre pour aboutir à la ſurface, l'un au pôle, l'autre ſous l'équateur (*a*). Il eſt clair que les eaux contennes dans le canal qui aboutit à l'équateut, peſant moins que celles qui ſont dans l'autre canal, doivent compenſer par le nombre ce qu'elles perdent par le poids, afin que l'équilibre puiſſe s'établir. Si le ſecond canal contient 288 parties d'eau, le premier en doit contenir à-peu-près 289 qui ne peſent pas plus que les 288 & qui leut font équilibre. Il faut donc que le canal, la colonne de l'équateur ſoit allongée d'une 289e partie. Voilà la propoſition ſimple & générale de la géométrie : mais il n'eſt pas néceſſaire pour cet équilibre, que les canaux ſe prolongent de la ſurface au centre de la terre ; quelle que ſoit la profondeur de l'Océan vers l'équateur, les mers les moins profondes vers le pôle leur font équilibre. La nature a marqué un contour, un niveau, qui eſt à diſtance égale du centre ; ce niveau des eaux réſulte de la peſanteur, elles ne doivent pas le paſſet. Mais lorſque la peſanteur diminue à l'équateur, les eaux doivent s'y élever pour balancer celles du pôle qui peſent davantage. Cette élévation eſt conſidérable ; on verra qu'elle eſt de pluſieurs lieues. Le gonflement n'a pas eu lieu ſeulement pour les eaux, il faut que les parties ſolides du globe aient obéi à la même action, il faut que les terres, les continens de l'équateur ſe ſoient élevés dans la même proportion, ſans quoi les eaux gonflées, & ſortant du

(*a*) *Voyez* la figure 27.

lit de l'Océan, auroient inondé les plaines & couvert les plus hautes montagnes; cette région de la zône torride, qui avoiſine l'équateur, n'auroit été qu'une vaſte mer. Les Indes, les continens de l'Afrique & de l'Amérique témoignent que cette révolution n'eſt pas arrivée, & que les terres ſont montées pour ſe défendre contre les invaſions de l'Océan. Il eſt donc évident que toutes les parties du globe ont été remuées dans ſa profondeur par la force centrifuge, née de ſa rotation; elles ſe ſont déplacées, elles ſe ſont éloignées de l'axe du mouvement pour obéir à cette force: leur déplacement a été plus marqué à l'équateur, où la force eſt la plus grande, & la terre entiere a changé de forme.

§. XXIV.

On ſent que la gravité univerſelle qui anime la matiere, lui eſt bien plus eſſentielle que le mouvement de rotation ſur ſon axe. On conçoit que la terre pourroit ceſſer de tourner ſur elle-même; on conçoit que ce mouvement a pu ne pas exiſter, mais on n'imagine pas de corps ſans peſanteur: la forme du globe, qui réſulte de cette peſanteur, eſt donc la forme premiere. Un amas de molécules douées d'une attraction mutuelle, cherchant toutes à s'approcher du centre, ont dû néceſſairement s'arranger en globe. On en a la preuve en petit dans les gouttes d'eau qui ſur un plan horizontal prennent une forme hémiſphérique, & plus évidemment encore dans le mercure, dont les gouttes répandues ſur un plan ſe forment en petits globes. Cette figure eſt donc la figure primitive de la terre; elle a dû être ronde & ſphérique, avant que le mouvement de rotation ait commencé (*a*). Les graves tomboient

(*a*) Nous n'entrons point ici dans une queſtion inſoluble, qui ſeroit celle de ſavoi

alors vers le centre, & perpendiculairement à la ſurface. Aujourd'hui que la forme eſt changée, la perpendicularité de la chûte eſt conſervée ; les corps, rigoureuſement parlant, ne tendent donc plus au centre de la terre ; ce dérangement eſt l'effet de la force centrifuge. Huygens ſaiſit ces deux principes de la tendance primitive & de la tendance altérée, & il en déduiſit la figure de la terre. On juge bien que cette figure s'éloigne peu de la ſphere, l'axe qui paſſe par les pôles eſt plus court d'une 578e partie que le diametre de l'équateur, & la ſurface du globe ſuit une certaine courbure déterminée par la géométrie de Huygens. Newton, qui avoit pénétré plus avant dans les principes des choſes, ne ſuppoſe que l'attraction univerſelle ; il ne s'embarraſſe pas ſi les graves tombent perpendiculairement à la ſurface, c'eſt un effet, un phénomène ; Newton remonte aux cauſes & aux loix de la nature, les effets en découleront d'eux-mêmes. Il ne ſuppoſe que cette attraction réciproque des molécules, & l'équilibre des canaux ou des colonnes, équilibre néceſſaire pour que tout ſe conſerve, & pour que la terre ait une figure conſtante.

Il ſembleroit d'abord que la terre devroit être élevée à l'équateur d'une 289e partie, en conſéquence de l'équilibre des deux canaux. Mais ces deux canaux n'exiſtent pas ſeuls ; la force centrifuge, qui s'exerce en croiſſant depuis le pôle juſqu'à l'équateur, agit ſur toutes les colonnes appuyées ſur le centre : toutes les molécules ſe déplacent, leurs diſtances, leurs relations mutuelles changent ; & dès que la figure ſphérique &

ſi le mouvement de rotation de la terre a toujours exiſté. Nous ſéparons les effets de la peſanteur de ceux de la force centrifuge, pour qu'ils ſoient plus ſimples & plus faciles à ſaiſir. Les effets de la peſanteur doivent être conſidérés les premiers, parce qu'eux ſeuls ſont réellement eſſentiels à la matiere. Mais lorſque la matiere a exiſté, elle a pu s'arranger en conſéquence de ces deux forces, ſans que l'une ait agi avant l'autre, & il en a réſulté la même forme que ſi la peſanteur eût d'abord agi ſeule.

primîtive eſt altérée, les forces réſultantes de l'effort de toutes les parties ne ſont plus les mêmes. Newton vit par la lumiere du calcul que l'aplatiſſement de la terre au pôle, ou ſon renflement à l'équateur étoit plus grand, & devoit être évalué à une 230e partie. Il a ſuppoſé deux choſes pour parvenir à ce réſultat : l'une que la forme du globe étoit réguliere, & celle d'un ſphéroïde ; l'autre que la terre, qui renferme dans ſon ſein tant de ſubſtances différentes, étoit cependant homogène. La premiere de ces ſuppoſitions paroît naturelle, il ſemble qu'un mouvement ſimple & uniforme comme celui de la terre autour de ſon axe, ne peut, en altérant la forme primitive, donner au globe que la forme la plus ſimple & la plus réguliere, & en même tems la plus approchante de la ſphere, qui eſt celle du ſphéroïde. Mais Newton n'a point démontré la légitimité de cette ſuppoſition (*a*); la nature peut ſeule nous aſſurer de la ſeconde. Dans les fouilles de nos mines les plus profondes, nous ne faiſons qu'effleurer la ſurface de la terre; il ne nous eſt pas permis de pénétrer dans l'intérieur de ſon ſein pour viſiter les ſubſtances qui le compoſent, & nous aſſurer qu'elles ſont de la même nature. Ce ſont les phénomènes, les faits extérieurs de la terre, qui peuvent nous inſtruire de ce qui exiſte dans les abîmes de ſa profondeur. L'aplatiſſement eſt un de ces faits; la terre ſuppoſée par tout également denſe, il doit être d'une 230e partie. Si les hommes le meſurent, le déterminent jamais par obſervation (*b*), & qu'il ſe trouve plus grand (*c*); ce ſera une preuve ſuivant Newton, que le globe de la terre eſt compoſé de parties hétérogènes amoncelées, ce qui eſt très-vraiſemblable.

(*a*) Elle n'a été démontrée que par Monſieur Clairaut dans ſon traité de la figure de la terre.

(*b*) Il a été méſuré en 1736 par les François.

(*c*) Livre III, propoſ. XX, M. Clairaut a prouvé au contraire que la terre n'étant pas homogène, l'applatiſſement devient moindre.

Edit. Franc. Comment. p. 62.

§. XXV.

Il réſulte de cette découverte une confirmation de la gravité univerſelle. Les anciens avoient toujours cru que la peſanteur étoit dirigée au centre de la terre, & il ſembloit que c'étoit pour ſe conformer à cette direction que les corps tomboient perpendiculairement à la ſurface ; Newton même avoit tiré de ſes principes la preuve de cette vérité. Les corps doivent tomber par des lignes perpendiculaires, & tendre au centre de la terre ſphérique ; mais lorſque la figure change, cette tendance eſt dérangée : la gravité combinée de toutes les parties du ſphéroïde forme une direction réſultante, qui ne porte plus les corps au centre. Cette tendance s'en éloigne d'autant moins, que la figure du ſphéroïde differe moins de celle de la ſphere ; mais quelque peu que la tendance s'en écarte, c'eſt un changement qui peut être remarqué dans ſes effets. Or les phénomènes répétés tous les jours nous démontrent que les corps tombent réellement par des lignes perpendiculaires à la ſurface ; & lorſque cette ſurface eſt celle d'un ſphéroïde, les lignes perpendiculaires ne tendent plus au centre, elles concourent vers différens points, & vers un petit eſpace qui devient le centre de tendance. Le principe, qui a annoncé cet écart manifeſté par les obſervations, eſt donc une vérité. Si les graves ne vont plus au centre de la terre, c'eſt leur gravité même qui les en empêche.

Un ſimple phénomène, tel que celui du retardement des horloges dans un certain climat du monde, & l'accourciſſement néceſſaire du pendule, avoient fait connoître ces changemens, avoient dévoilé la figure de la terre. Telle eſt la liaiſon des phénomènes ; la nature eſt une, & les faits ſe répondent dans ſa vaſte étendue ! Le privilége du génie eſt d'appercevoir cette correſpon-

dance, & ſon ſort eſt ſouvent de n'être pas cru lorſqu'il l'annonce; elle exiſte dans ſa penſée avant d'exiſter pour ſon ſiecle. Newton étoit à une telle hauteur que les hommes ne pouvoient l'entendre; on admiroit ſes recherches, on doutoit de ſes réſultats. Il a fallu du tems & de longues études pour comprendre Newton, & ſe rendre digne de recevoir ſes leçons. La figure de la terre étoit cependant une vérité mathématique. Mais les hommes, qui ne ſont pas raſſurés par le génie, ſont timides quand il s'agit de partir d'un principe pour juger la nature; ils craignent toujours qu'elle n'ait d'autres principes inconnus, dont les effets oppoſés détruiſent les conſéquences qu'on leur préſente; ils en appellent à l'obſervation, qui eſt faite pour tous les hommes, parce qu'elle parle aux ſens.

Ce réſulrat de la figure aplatie de la terre étoit conforme à l'expérience. Jupiter eſt viſiblement aplati par ſes pôles; ce qui exiſte dans une planete eſt poſſible dans une autre; & les raiſons de croire que la même matiere ſe rencontre partout, avec les mêmes propriétés, avec les mêmes formes, nées de ces propriétés, doivent faire penſer que la force qui a comprimé le globe de Jupiter, peut avoir altéré le nôtre. Jupiter doit cette figure aux mêmes cauſes, il eſt compoſé d'une matiere peſante, capable d'attirer ſes ſatellites, comme celle de la terre eſt capable d'attirer la lune; Jupiter & la terre ſe meuvent ſur leur axe, l'un & l'autre doivent être ſoumis à la force centrifuge, qui plus grande à raiſon d'une rotation plus rapide dans le globe de Jupiter, y doit produire un aplatiſſement plus ſenſible : auſſi les obſervations nous indiquent-elles que l'aplatiſſement de cette planete eſt entre un 10e & un 14e. Newton trouva par la géométrie que le rapport des diametres devoit être celui de 10 à 9, ce qui eſt conforme à la premiere de ces déterminations; il imaginoit même que

cet aplatiſſement pouvoit ſe rapprocher de la ſeconde, en ſuppoſant que la denſité de Jupiter étoit plus grande à l'équateur, où la matiere, toujours expoſée aux rayons du ſoleil, devoit être plus ſerrée, & pour ainſi-dire, plus cuite (*a*). En moins d'eſpace, il en pouvoit tenir aſſez pour faire équilibre à la matiere plus peſante des pôles.

§. XXVI.

La terre eſt donc un ſphéroïde, & ſa figure reſſemble à celle d'un œuf; Varron en avoit déjà fait la comparaiſon (*b*), ſans doute en conſéquence de quelques idées ſuperſtitieuſes des anciens. La théologie païenne ſuppoſoit que le monde étoit ſorti d'un œuf; ce n'eſt pas la premiere fois que l'ignorance & le profond ſavoir, par des chemins oppoſés, ſont arrivés aux mêmes réſultats.

Cette protubérance de la terre à l'équateur eſt comme une ceinture dont elle eſt enveloppée : il ſemble que notre globe ſoit entouré d'un anneau, d'une zône excédente de matiere. On ſuit Newton en admirant la fécondité de ſes vues & le bonheur de ſa deſtination, qui l'appeloit à expliquer tous les myſteres de la nature. Newton conçut que la terre ainſi figurée ne devoit plus éprouver la même attraction des corps céleſtes; elle n'eſt plus un globe, dont tous les points de la ſurface ſont également éloignés du centre; elle a des parties qui donnent plus de priſe, & qui doivent être différemment attirées. Il falloit en ſuivre les effets, & l'eſprit apperçoit d'abord que ces effets doivent être très-compliqués. Mais le génie a une vue qui ſimplifie tout, & les objets s'éclairent à cette lumiere. Newton avoit déjà fait un grand pas vers la ſimplicité, en

(*a*) Liv. III, Propoſ. 19. (*b*) *Suprà*, Tom. I, p. 496.

conſidérant cette protubérance de l'équateur comme une partie détachée du globe, comme un anneau qui éprouve une action particuliere. Il rendit le problême encore plus ſimple, plus acceſſible à l'intelligence humaine, en ne conſidérant qu'un point de cet anneau. Nous pouvons nous repréſenter ce point par une montagne placée à l'équateur, s'élevant & dominant ſur le globe. Cette montagne eſt emportée par la rotation de la terre, & tourne autour de ſon centre en vingt-quatre heures, comme la lune y tourne en un mois; elle paſſe devant le ſoleil, & ſe trouve entre lui & la terre, comme la lune lorſqu'elle eſt nouvelle; la montagne enſuite s'en éloigne, & minuit la rencontre à l'oppoſite de cet aſtre, comme la lune s'y rencontre elle-même lorſqu'elle eſt pleine. Le génie de Newton ne vit point de différence entre cette montagne & la lune; cette montagne eſt un ſatellite de la terre, qui décrit un plus petit orbe, & avec plus de vîteſſe.

Ce nouveau ſatellite doit avoir le même ſort que l'autre, le ſoleil a la même influence ſur lui; le ſoleil lui imprimetoit donc les mêmes inégalités qu'à la lune, ſi ce ſatellite ou cette montagne ne tenoit pas à la terre par ſa racine, avec une force d'adhéſion qui réſiſte à l'action du ſoleil, & qui anéantit une partie de ſes effets. Mais la géométrie profonde de Newton découvrit que la réſiſtance ne les anéantit pas tous; il en eſt au contraire qui ſont aſſez puiſſans, ou du moins aſſez conſtans pour que la terre, enchaînée à la montagne par ſon adhérence, ſoit obligée de céder, malgré ſa maſſe, & forcée de ſuivre le mouvement particulier de cette petite portion de ſon globe. Voici comment ce phénomène s'opere. Cette ſeconde lune, qui tourne autour de la terre en vingt-quatre heures, a pour orbite le cercle même de l'équateur. Rappelons-nous les effets de l'attraction du ſoleil

ſur

ſur l'orbite de la lune, ceux-ci ſont ſemblables; le ſoleil placé hors de l'équateur & dans l'écliptique, tirant à lui la montagne dans une direction inclinée, tend à la faire ſortir du plan de l'équateur : mais comme elle eſt inſéparablement uni & à la terre & à ce plan, elle ne peut obéir ſans entraîner avec elle & le plan & la terre même. Il en naît deux phénomènes, l'un que l'interſection du plan ou de l'équateur avec l'écliptique, doit avoir un mouvement rétrograde comme les nœuds de la lune; l'autre que l'angle de ces deux cercles ou l'obliquité de l'écliptique doit varier annuellement, comme l'action du ſoleil fait varier l'inclinaiſon de la lune dans une révolution de ſes nœuds (*a*).

On ſent que la montagne, oppoſant à l'action du ſoleil la réſiſtance de la maſſe de la terre, ne peut avoir qu'un foible mouvement lorſqu'il faut que cette action ſe répartiſſe ſur la maſſe entiere, pour faire marcher le tout à la fois. Mais une action qui ſe répete à tous les momens, dont tous les effets s'accumulent dans le même ſens, quelque petite qu'elle ſoit, avec le tems devient ſenſible. Les nœuds de l'équateur & de l'écliptique, c'eſt-à-dire, les points des équinoxes rétrogradent peu, mais ils rétrograderont toujours. D'ailleurs nous n'avons conſidéré qu'une montagne, qu'un point de l'anneau; & le ſoleil agit réellement comme ſur une ſuite de montagnes qui feroit le tour du globe. Après avoir conſidéré la queſtion ſous ſon point de vue le plus ſimple, nous devons lui rendre ſa complication, pour que le réſultat ait toute ſa vérité; il faut avoir égard à l'anneau entier, & à toute la protubérance qui eſt la plus grande à l'équateur, mais qui s'étend en s'aminciſſant toujours juſqu'au pôle où elle ceſſe; c'eſt donc par cette multitude d'élévations partielles qu'il faut multiplier l'action du

(*a*) *Suprà*, p. 510.

ſoleil. Newton n'eſt point embarraſſé de ces difficultés, les calculs qu'il a créés lui donnent la même facilité pour traiter les grandeurs, dans leurs détails & dans leurs différences infiniment petites, & pour remonter de ces détails & de ces différences à la totalité des effets & des grandeurs.

§. XXVII.

Ce n'eſt pas tout, la lune produit des effets ſemblables, mais encore plus ſenſibles; quelque petite qu'elle ſoit, elle compenſe & au-delà par ſa proximité la grande maſſe & la grande puiſſance du ſoleil: ſelon Newton les effets de la lune ſont quadruples de ceux de cet aſtre. Nous ne pouvons détailler ici la partie analytique d'un problême, qui, après Newton, a exercé les plus grands géomètres. On peut imaginer les effets de la lune par ceux du ſoleil; les circonſtances ſont les mêmes, la lune eſt, comme le ſoleil, hors du plan de l'équateur : mais il eſt pour la lune une circonſtance particuliere qui donne à ſes effets une période bien différente de celle des effets du ſoleil. Quand l'année eſt finie, le ſoleil recommence ſon cours, préciſément de la même maniere; ſon action eſt donc renouvelée comme ſon cours. Mais la lune, quand elle a fini ſon cercle autour de la terre, & rempli ſa période menſtruelle, au moment où elle en recommence une nouvelle, ne ſe trouve plus dans la même poſition, relativement à la protubérance de l'équateur & à notre montagne fictive. La lune agit ſur le plan de l'équateur & le déplace, préciſément à cauſe de ce qu'elle eſt hors de ce plan, & en proportion de ce qu'elle en eſt plus éloignée; mais ſi la lune s'en éloigne plus ou moins dans le cours d'un mois, en marchant dans ſon orbite inclinée, cette orbite, comme nous l'avons expliqué (*a*), rétrograde conſtam-

(*a*) *Suprà*, p. 510.

ment par l'action du ſoleil ; la diſtance de la lune à l'équateur, ſon action ſur ce plan changent donc & en raiſon de ſa marche dans ſon orbite, & en raiſon de la rétrogradation de cette orbite : toutes les diſtances poſſibles, toutes les différentes actions qui en dépendent, enfin la période entiere des effets de la lune ſur l'équateur n'eſt donc achevée & ne ſe renouvelle qu'avec la révolution des nœuds qui eſt de 18 ans & 224 jours. L'interſection de l'équateur ſur l'orbite de la lune rétrogradera conſtamment ſur cette orbite, & l'équateur ne peut être entraîné, gliſſer parallèlement à lui-même ſur cette orbite, ſans changer de place, ſans rétrograder en même tems ſur l'écliptique (*a*). L'action de la lune ſe combine donc avec celle du ſoleil pour produire les mêmes effets ; mais il faut remarquer que l'orbite de la lune étant inclinée de cinq degrés à l'écliptique, des parties égales ſur cette orbite répondent à des parties inégales ſur l'écliptique : le mouvement de rétrogradation, toujours égal ſur l'un de ces cercles, devient donc inégal lorſqu'il eſt rapporté ſur l'autre, ſur l'écliptique où nous rapportons, où nous meſurons tout ; & il en naît une petite équation qui croît & décroît, pour finir & recommencer avec la révolution des nœuds de la lune. L'action de la lune ſemblable à celle du ſoleil, opere non ſeulement cette rétrogradation, mais elle produit encore, comme cet aſtre, une variation dans l'angle de l'obliquité de l'écliptique : l'une, celle qui eſt due au ſoleil, s'accomplit dans l'intervalle d'une année ; l'autre variation née de la lune, ne ſe développe que

(*a*) Soit (*figure* 28) LEN l'écliptique, SEQ l'équateur, LQR l'orbite de la lune ; l'action de la lune fait rétrograder le long de ſon orbite LQR, & parallèlement à lui-même l'équateur QE, qui eſt tranſporté en *qe* : mais cet effet ne peut avoir lieu ſans que le point de l'équinoxe, l'interſection E de l'équateur & de l'écliptique ait rétrogradé en *e* ſur le plan de l'écliptique ; rétrogradation qui a lieu par l'action de la lune comme par celle du ſoleil.

autour d'un axe perpendiculaire à l'écliptique. Le ſoleil, ſelon Newton, produit environ 10″ par an, & la lune 40.

Ce partage des effets s'éloigne peu de celui qui a lieu réellement entre le ſoleil & la lune; mais ce qui eſt très-remaquable, c'eſt que faute de données ſuffiſantes, Newton a été forcé d'admettre des hypothèſes peu exactes, qui cependant lui ont donné des réſultats peu différens des vrais. Il a été bien ſervi par ſon génie; l'inſpiration de cette faculté divine lui a fait appercevoir des déterminations qui n'étoient pas encore acceſſibles: ſoit qu'il eût des preuves qu'il a ſupprimées, ſoit qu'il eût dans l'eſprit une ſorte d'eſtime, une eſpece de balance pour apprécier certaines vérités, en peſant les vérités prochaines, & jugeant les unespar les autres! Il n'a pas fait aſſez d'attention à la rotation de notre globe; il a ſuppoſé la terre homogène, elle ne l'eſt ſans doute pas; il ignoroit la maſſe & la force de la lune; il fait tourner toutes les lunes attachées enſemble du même mouvement que ſi elles étoient iſolées (*a*), Newton preſſentoit que cette identité ſeroit un jour démontrée. C'eſt dans cette diſette de connoiſſances néceſſaires, & à travers ces obſtacles, que Newton a mis le doigt ſur la vérité: on pourroit croire que l'accord des phénomènes & de la théorie n'eſt qu'apparent, ſi la queſtion n'avoit été pleinement réſolue, lorſque M. d'Alembert s'eſt ſoumis ce problême; il en a développé la partie dinamique, il en a donné la premiere ſolution (*b*): la vérité a été miſe dans ſon jour, tout a été éclairci, & les vues de Newton ont été juſtifiées.

Telle eſt donc la cauſe de cette rétrogradation des équinoxes

(*a*) M. le chevalier d'Arcy a remarqué auſſi que Newton, en diſtribuant la force du ſoleil à l'anneau & au globe qu'il entraine, avoit négligé de faire entrer en conſidération la longueur des bras du levier. *Mém. Acad. Scien.* 1759, p. 420.

(*b*) M. d'Alembert, *Recherches ſur la préceſſion des équinoxes.*

Digitized by Google

de 50″ par année : voilà pourquoi les étoiles, les aphélies des planetes (*a*) & tous les points fixes du ciel ſembloient avoir une marche progreſſive; on les rapportoit aux équinoxes, à des points qui ne ſont pas fixes, & qui en reculant, font que tout le reſte paroît s'avancer. En conſéquence de cette rotation du globe, tous ſes points doivent tourner lentement autour de l'axe de l'écliptique. Ce qu'on appelle proprement les pôles de la terre, c'eſt-à-dire, les extrémités de l'axe de ce mouvement diurne, quoiqu'immobiles à l'égard du mouvement diurne, tournent comme les autres points du globe; ils ne ſont immobiles que pour l'individu : l'eſpece humaine qui dure aſſez pour ces changemens, les voit répondre à différens points, à différentes étoiles du ciel; & leur révolution, la même que la révolution apparente de ces étoiles, eſt de 25920 ans. Les Chinois, 2700 ans avant notre ère, ont vu au pôle une belle étoile; au tems de Chiron c'étoit une étoile plus petite. Eudoxe & Hypparque n'en trouverent plus, ils affirmerent qu'il n'y avoit point d'étoile qui répondît au pole; il y en a une aujourd'hui, qui quelque jour, c'eſt-à-dire, dans quelques ſiecles n'y ſera plus. Ces phénomènes, ces apparences, qui ont frappé, occupé les hommes pendant ſix mille ans, ont eu pendant cette durée une cauſe inconnue, malgré les travaux ſucceſſifs. Tout-à-coup la lumiere a paru, lorſque Newton s'eſt emparé du ſyſtême de l'univers; aidé du travail des générations, & ſur-tout de ſon regard pénétrant, il a vu ce que les générations de ſix mille années n'avoient point vu! Nous ne devons pas déſeſpérer de l'eſprit humain : ſi malgré nos progrès, il eſt encore tant d'effets ſans cauſes connues, ſi nous

(*a*) Les aphélies des planetes rigoureuſement parlant, ne ſont pas fixes, les étoiles mêmes ne le ſont peut-être pas. Mais les mouvemens dont ils peuvent être affectés ſont ſi lents, qu'on peut ici les regarder comme fixes.

ſommes encore entourés de myſteres, le don que la nature nous a fait de Newton, nous fait connoître ce que peut notre intelligence. L'avenir a dans ſon ſein les mêmes reſſources que le paſſé; les années nous aident à miner ſourdement les obſtacles, & tôt ou tard elles font tomber les barrieres qui s'oppoſent à de nouveaux progrès.

§. XXIX.

Newton ne s'eſt pas contenté d'avoir lu dans la nature des explications ſi long-tems attendues, il a encore vu ce que la nature n'a point dévoilé à cette époque, ce qu'elle réſervoit pour l'avenir. Telle eſt l'inégalité de la préceſſion des équinoxes (*a*); telle eſt la variation de l'obliquité de l'écliptique, due à l'action du ſoleil & ſi propre à faire prévoir celle qui eſt due à lune (*b*). Ces variations, ces phénomènes étoient abſolument inconnus aux aſtronômes, ils ne ſont pas encore tous connus, il en eſt un qui ne ſera peut-être jamais obſervable (*c*). Cette fineſſe de vue, propre à diſtinguer les détails inſenſibles, appartient au calcul que Newton avoit inventé. Sans cette reſſource, il n'auroit pu atteindre le réſultat d'une infinité de puiſſances combinées, & d'une multitude d'efforts long-tems ſans effets. Lorſque les efforts ſe répetent, les effets croiſſent, il ne faudroit au monde que de l'âge pour les appercevoir. Newton aidé de ſes nouvelles méthodes, a hâté les époques & dévancé les âges; ſemblable au tems qui

(*a*) La rétrogradation des points équinoxiaux & la préceſſion des équinoxes ſont des expreſſions identiques. Dès que le point équinoxial rétrograde, il marche en ſens contraire du ſoleil; le ſoleil, en achevant ſon tour, rencontre ce point qui vient au-devant de lui; il l'atteint plutôt, & le tems de l'équinoxe eſt anticipé. Ainſi le tems des équinoxes *précede* le tems où l'équinoxe arriveroit ſi le point équinoxial ne reculoit pas: *v.* p. 523.

(*b*) *Suprà*, p. 521 & 523.

(*c*) Celui de la variation de l'obliquité de l'écliptique, qui s'accomplit dans une année & qui eſt dûe au ſoleil.

détruit & qui recompoſe, le calcul de l'infini diviſe, décompoſe ce qui eſt grand, il accumule, il ſomme ce qui eſt petit, & il rapproche tout de notre meſure bornée. Mais ce que nous devons ſur-tout admirer dans les recherches de Newton, c'eſt la correſpondance de ſes réſultats & l'enchaînement de ſes vérités. On obſerve que les corps tombent plus lentement ſous l'équateur, Newton en conclut que la terre a la figure d'un ſphéroïde aplati par ſes pôles. Alors cet aplatiſſement, le renflement de la terre à l'équateur ne pouvoient être vus que des yeux de la géométrie. Mais il exiſte un autre phénomène connu depuis des millions d'années; c'eſt la rétrogradation des points des équinoxes; Newton en trouve la cauſe dans l'anneau de matiere excédente, qui naît de ce renflement & qui enveloppe le globe. Cette grande découverte ſe préſente à lui avec des circonſtances qui en produiſent, ou qui en confirment une autre; c'eſt que les équinoxes ne peuvent rétrograder que dans le cas où la figure de la terre eſt celle d'un ſphéroïde aplati; s'il étoit alongé, les équinoxes avanceroient: ſi la figure étoit un globe, les équinoxes ſeroient ſans mouvement. Newton lie un phénomène encore inconnu, encore inobſervé, au phénomène le mieux vu & le mieux obſervé; l'un ne doit point exiſter ſans l'autre: & ce que ſon génie a vu de plus que nous, il le ramene à cette évidence qui nous eſt néceſſaire pour croire, même au génie. Il n'y a que les parties d'une même vérité qui puiſſent être ainſi liées; cette vérité eſt celle du principe général, Newton l'a ſaiſie par ſon enſemble, il deſcend pour nous atteindre, & il nous la démontre par ſes détails.

§. XXX.

Newton paſſe enſuite au phénomène du flux & du reflux de

de la mer ; c'eſt encore un mouvement imprimé à notre globe, ou du moins à quelques-unes de ſes parties ; c'eſt encore une ſuite de l'action du ſoleil & de la lune. Ce phénomène a été long-tems un myſtere pour les anciens : en conſéquence de l'obſcurité de la cauſe, on a forgé la fable de ce philoſophe (*a*) qui ſe précipita dans la mer, par le déſeſpoir de n'avoir pu expliquer ſes mouvemens ; comme ſi les vrais philoſophes n'étoient pas accoutumés aux myſteres de la nature, & s'étoient jamais étonnés de ne pouvoir la comprendre ! Poſſidonius avoit cependant ſoupçonné que les marées dépendoient ſoit du mouvement particulier de la lune, ſoit de ſon mouvement à l'égard du ſoleil (*b*). Galilée vit moins bien que lui ; car il imagina que ces effets pouvoient s'expliquer par les deux mouvemens combinés de la terre autour de ſon axe & autour du ſoleil (*c*). Newton en a montré l'impoſſibilité (*d*). Il étoit aiſé de penſer, comme Poſſidonius, comme Deſcartes, que les marées étoient un effet de l'action de la lune ſur les eaux ; mais dans les explications que nous demandons, ce n'eſt pas tant la cauſe, c'eſt la maniere dont elle agit qui eſt difficile à découvrir. Il eſt une infinité de phénomènes dont nous ſoupçonnons, dont nous pouvons même aſſigner les cauſes, & la maniere dont ils ſont opérés n'en eſt pas mieux connue. Newton pouvoit s'engager dans ces recherches, avec l'inſtrument qui l'avoit ſi bien ſervi dans des cas ſemblables ; d'ailleurs un avantage de Newton fut l'art d'attaquer une queſtion. La grande ſupériorité n'eſt que le moyen de conſidérer les choſes difficiles, ſous un point de vue où elles deviennent faciles, où l'eſprit les embraſſe & les ſuit ſans effort.

(*a*) C'eſt Ariſtote à qui l'on prête cette abſurdité.

(*b*) *Suprà*, Tome I, page 121.

(*c*) Princ. Mathem. édit. franc. Tom. II, Comment. p. 75.

(*d*) *Ibid.* Liv. I, prop. 66, corol. 19.

Ce point de vûe le plus ſimple eſt en même tems le plus général, car dans la nature on voit toujours marcher enſemble la généralité & la ſimplicité. Les circonſtances, qui différencient les cas particuliers, ſont enſuite conſidérées ſéparément; on traite à part les modifications qu'elles apportent: la ſolution ſe transforme, elle marche avec des diviſions, qui ſont des repos placés dans une route trop longue; & la ſolution d'un problême profond & difficile n'eſt plus qu'une ſuite de queſtions, dont l'étendue eſt proportionnée à notre intelligence.

Rien n'eſt plus ſimple que le mouvement de deux corps qui s'attirent; mais ce cas n'exiſte point dans un univers qui renferme une infinité de corps: dès qu'il y en a trois, la complication commence; Newton s'arrête à ce premier degré. Un troiſieme corps repréſentera tous les autres qui le remplaceront ſucceſſivement; fuſſent-ils cent, Newton n'en conſidérera jamais que trois: mais de cette ſolution générale il déduira une infinité de phénomènes, les altérations du mouvement de la lune, la préceſſion des équinoxes, le flux de la mer; tout cela n'eſt qu'une conſéquence d'un premier réſultat. On a vu que chaque partie de la protubérance de l'équateur étoit à ſes yeux une lune circulant autour de la terre en vingt-quatre heures; le phénomène des marées peut s'offrir ſous le même aſpect, chaque molécule de l'Océan eſt également une petite lune, troublée dans ſes mouvemens par le ſoleil ou par la lune: cette particule s'efforce, monte pour les ſuivre, & retombe, entraînée par ſon poids qui la rappelle à la terre. Il falloit, pour réſoudre ainſi le problême, n'être point effrayé de la multitude de ces petites lunes, compriſes dans le ſein de l'Océan, mais la puiſſance de les ſommer ne manquera pas à Newton.

§. XXXI.

Dans ces récits de l'hiſtoire, nous avons eu ſoin d'écarter les calculs; cependant celui que nous allons offrir eſt ſi ſimple, il exige ſi peu de contention d'eſprit, qu'en le rapportant nous avons cru faire plaiſir à nos lecteurs, curieux peut-être en général de voir comment on eſtime les forces de la matiere, & comment on parvient à déterminer les efforts, qui ſoulevent la maſſe des eaux. Newton a calculé que la force par laquelle le ſoleil trouble les mouvemens de la lune, eſt la 179e partie de la force centrale qui porte la lune vers la terre; mais nous avons dit que cette force centrale eſt 3600 fois plus petite que la peſanteur qui fait tomber les corps à la ſurface de la terre (*a*). La force perturbatrice du ſoleil n'eſt donc pas la ſix cent millieme partie de cette peſanteur; & ſi la lune deſcendoit à la ſurface & devenoit la molécule de l'Océan, Newton a démontré que la force ſolaire ſeroit encore ſoixante fois plus petite (*b*). Cette force ſur les eaux de la mer eſt donc 38 ou 39 millions de fois moindre que la peſanteur. C'eſt pourtant à ce pouvoir, ſi foible en apparence, que les mers obéiſſent lorſqu'elles ſe gonflent, ou qu'elles s'affaiſſent! Cette force eſt celle avec laquelle le ſoleil agit lorſqu'il eſt à l'horizon; alors il tend à abaiſſer les eaux: lorſqu'il eſt au zenith, il tend à les élever avec une force deux fois plus grande; & comme nous ne connoiſſons, nous ne meſurons que la différence de la haute à la baſſe mer, cette différence eſt produite par la force double qui éleve, & par la force ſimple qui abaiſſe. On

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtronomie moderne, *ſuprà*, p. 481.

(*b*) Princ. mathém. Liv. III, Prop. XXV & XXXVI.

peut donc regarder cet effet comme s'il étoit produit par une force égale aux deux autres, & qui fût treize millions de fois moindre que la peſanteur. Newton la compare à la force centrifuge, qui ſous l'équateur eſt la 289e partie de cette même peſanteur : il en réſulte que la force du ſoleil eſt la 44 millieme partie de la force centrifuge ; & ſi cette derniere force a pu jadis élever les régions de l'équateur de la 230e partie du rayon de la terre (*a*), ou de 85472 pieds, comme les effets ſont proportionnés aux cauſes ou aux forces qui agiſſent, le ſoleil pourra élever les eaux de deux pieds.

La force de la lune ſur ces mêmes eaux eſt plus difficile à évaluer ; la lune n'a point de ſatellite, ni de corps qui peſe ſur elle, pour nous apprendre la quantité de ſon action & de ſa matiere attractive, il faut au contraire apprécier ſa maſſe par l'effet même des marées. Voici comment Newton s'y eſt pris : la lune étant en quadrature, elle ſe trouve au zenith lorſque le ſoleil eſt à l'horizon, elle éleve les eaux tandis qu'il les abaiſſe, & la marée monte par la différence de ces deux actions. Lorſque la lune eſt en conjonction, paſſant au zenith avec le ſoleil, leurs actions ſont unies, & la marée monte en raiſon de leur ſomme. Or on a obſervé à Briſtol que la marée des conjonctions montoit à 45 pieds, & que celle des quadratures ne s'élevoit qu'à 25. Newton a déduit de ces données, en ayant égard à toutes les circonſtances particulieres au tems & au lieu de l'obſervation, que la force de la lune étoit quatre fois & demie plus grande que celle du ſoleil ; celle-ci produit deux pieds d'élévation, l'autre en produira neuf, & les deux enſemble onze.

(*a*) *Suprà*, p. 516.

§. XXXII.

Le phénomène le plus ſingulier des marées, & qui ſemble d'abord le plus difficile à concevoir, c'eſt leur double élévation, & leur double abaiſſement dans l'intervalle de vingt-quatre heures. Si l'on conçoit que la lune, lorſqu'elle eſt préſente ſur l'horizon, lorſqu'elle paſſe au méridien, peut élever les eaux, comment arrive-t-il que douze heures après, paſſant au même méridien, mais de l'autre côté & ſous la terre, elle puiſſe encore élever ces mêmes eaux? On croiroit au contraire que tirant en-deſſous du globe, elle n'a de force que pour les rapprocher du centre : Newton en rend une raiſon bien ſimple. La lune agit en même tems ſur le globe entier & ſur les eaux; elle a plus d'action ſur les corps les plus proches : quand elle eſt ſur l'horizon, les eaux ſont plus près d'elle que le centre du globe; ces eaux montent, elles s'éloignent de la terre par la différence des deux actions; lorſque la lune eſt ſous la terre à l'oppoſite, elle a moins de force ſur ces eaux, elle en a plus ſur le centre du globe, elle l'attire davantage. Ce centre fuit les eaux le ſoir, comme ces eaux l'avoient fui le matin; & dans les deux cas elles s'élevent & montent au rivage : pour nous, qui obſervons de la ſurface, les apparences ſont les mêmes, ſoit que le globe baiſſe ſous les eaux, ſoit que les eaux s'élevent ſur lui. On voit qu'on en doit dire autant relativement au ſoleil.

Cela poſé, ſi l'on veut connoître les phénomènes généraux des marées, on pourra conclure des principes expoſés juſqu'ici que les plus grandes marées arrivent lorſque le ſoleil & la lune, en conjonction ou en oppoſition, paſſent enſemble au méridien; le jour de l'année où ils ont leur plus grande hauteur ſur l'horizon, & où ils ſont le plus près du zenith; enfin,

comme on le penſe bien, lorſque dans leurs orbes reſpectifs ils ſont dans leurs plus petites diſtances de la terre. Les moindres marées au contraire arrivent lorſque les deux aſtres ſont en quadrature, & que leurs effets ſont oppoſés. Ces effets peuvent être encore diminués à raiſon de l'élévation ſur l'horizon, & de la plus grande diſtance de la terre. Ce ſont les cas extrêmes; les marées, qui varient tous les jours, ſe compoſent de toutes ces circonſtances. Quant au moment de la haute mer, il réſulte des tems des paſſages de la lune & du ſoleil, & il a lieu dans un tems intermédiaire; il arriveroit toujours très-près du paſſage de la lune, qui plus proche & plus puiſſante, l'emporte par ſon action, mais la réſiſtance des eaux produit un retard. Ces eaux ont une inertie qu'il faut vaincre, une adhérence aux eaux voiſines qu'il faut détruire; & quand elles ſe déterminent à ſe mouvoir, elles éprouvent elles-mêmes un frottement ſur le fond de la mer, qui retarde leur mouvement. La haute mer n'arrive donc en général qu'environ trois heures après que la lune a paſſé le méridien, plus ou moins, ſuivant les circonſtances locales.

La théorie démontre que la mer ne peut monter tout au plus que d'onze pieds; cependant il eſt des côtes où elle s'éleve beaucoup davantage, & quelquefois de quarante à cinquante pieds. C'eſt l'effet de l'obſtacle que ces côtes lui oppoſent, elles arrêtent le premier flot; ce flot eſt élevé par celui qui le ſuit & qui le ſouleve pour monter lui-même. La forme des côtes y contribue encore; l'eau doit monter plus haut dans les paſſages reſſerrés, en raiſon de ſa force & de ſa quantité: d'ailleurs toutes les eaux de l'Océan s'élevent à la fois, & ſe mouvant dans des directions à peu près parallèles, les ſinuoſités du rivage peuvent les repouſſer d'un endroit pour les jeter dans un autre; pluſieurs flux ſe dirigent vers un ſeul point, où il y a

Digitized by Google

moins d'obſtacle. Les vents y joignent encore quelquefois leur action pour amonceler les flots, preſſer leur aſcenſion, ſuſpendre la deſcente, & l'eau acquiert plus de hauteur, à cauſe de ſon abondance.

§. XXXIII.

Il réſulte de ces découvertes, & ſur-tout du gonflement de la terre à l'équateur, une vérité ſinguliere que Newton n'a pas expreſſément développée, mais qui ſuit néceſſairement de ſes principes & de ſes ſuppoſitions; c'eſt que la matiere de la terre a été primitivement fluide. Il eſt aſſez étonnant de pouvoir dire comment notre demeure a exiſté dans un tems où nous n'exiſtions pas! Mais cette vue eſt une conſéquence des vérités mathématiques. Les procédés des ſciences nous menent du connu à l'inconnu, parce que tout eſt lié par des dépendances; l'état ancien des choſes eſt pere de l'état actuel, & les faits paſſés ne ſont que les cauſes dont les faits préſens ſont les effets. Nous ne devons donc pas nous étonner de ces concluſions auſſi vraies que hardies; nous retrouvons les principes dans les conſéquences. Tant de grands hommes, & Newton plus que tous, ont découvert tant de cauſes! Il faut ſeulement admirer le génie qui apperçoit ces rapports, & qui parcourt la nature dans le tems comme dans l'eſpace.

Voici la chaîne des idées qui conduiſent à cette concluſion. Une maſſe ſolide eſt compoſée de parties ſerrées les unes contre les autres, & fortement enchaînées par l'attraction puiſſante qui réſulte de leur proximité. On juge de la ſolidité d'un corps par la difficulté qu'on éprouve à déſunir ſes parties. Une maſſe fluide au contraire eſt compoſée de molécules, qui ſans doute ne ſe touchent que par peu de points, qui ſont trop éloignées pour que leur attraction produiſe beaucoup d'adhérence; ou

bien elles ſont ſéparées par un fluide primitif tel que celui du feu, interpoſé pour les déſunir & pour s'oppoſer à leur attraction. Indépendamment de ces principes, on reconnoît qu'elles ont peu d'adhérence par leur mobilité ; elles ſont toujours prêtes à rouler, elles cedent au moindre mouvement. On conçoit donc facilement que les eaux de la mer obéiſſent au pouvoir attractif du ſoleil & de la lune, & s'élevent pour former les marées : l'attraction mutuelle des parties de l'eau leur permet ce mouvement comme tant d'autres ; & l'attraction générale du globe qui les entraîne, ne s'oppoſe pas à ces petits balancemens du flux & du reflux. On conçoit encore que dans la rétrogradation des points équinoxiaux l'action des mêmes aſtres, dirigée à la protubérance de l'équateur, ne puiſſe avoir d'effet ſur cette maſſe ſolide, ſans que cette action ſe partage à tout le globe, & ne puiſſe entraîner la partie excédente, ſans entraîner en même tems le globe entier. Le mouvement partagé deviendra plus lent, mais tout obéira. Ces effets conçus ne font point du tout comprendre comment la maſſe totale du globe, & ſolide & fluide, s'eſt élevée jadis ſous l'équateur pour donner à la terre la figure d'un ſphéroïde aplati. Nous avons remarqué que ſi les continens n'étoient pas montés avec les eaux ſous l'équateur, cette zône torride auroit été ſubmergée, & ne nous offriroit ni terres, ni aſiles. C'eſt cependant l'ouvrage d'une force qui n'eſt que la 289e partie de la peſanteur : la force qui unit les parties d'un corps ſolide, non ſeulement ſurpaſſe celle de la peſanteur, puiſque ces parties reſtent liées & ne tombent pas ; mais elle eſt infiniment plus grande, puiſqu'il faut des poids énormes ajoutés au poids de ces parties pour les déſunir & réduire un corps en pouſſiere. Comment cette petite force centrifuge a-t-elle vaincu tant de ténacité & d'adhérence ? Si l'on répond que la petiteſſe

des

des effets a été compenſée par la répétition & par la durée des efforts, nous dirons que les effets n'en auroient pas moins dépendu des réſiſtances. Si la ténacité des ſolides eût cédé, elle eût moins cédé que la mobilité des eaux plus dociles ; les effets auroient été proportionnés à la facilité, les eaux ſeroient montées plus haut & auroient tout inondé avant que l'équilibre fut établi. Il faut donc convenir que les terres n'ont été conſolidées, les bornes n'ont été preſcrites aux mers, qu'après que le globe a eu pris ſa forme. Cette forme a réſulté des actions combinées de la peſanteur & de la force centrifuge ; mais l'action de ces forces a opéré ſur une maſſe également obéiſſante dans toutes ſes parties, ſur une maſſe entiérement fluide, qui s'eſt enſuite deſſéchée pour recevoir les habitans que Dieu a poſés ſur elle.

§. XXXIV.

Par ces conſidérations auſſi vaſtes que profondes, Newton, organe de la nature, avoit dévoilé, dicté ſes loix ; il avoit réglé la terre, les planetes, leurs ſatellites, & tous les aſtres qui entourent de près le ſoleil : car dans le ſyſtême de Copernic, où l'on trouve de toutes parts des eſpaces infinis, Saturne, quoiqu'à trois cens millions de lieues du Soleil, eſt encore dans ſon voiſinage ; & les planetes errantes autour de lui & ſerrées dans cette ſphere bornée ne compoſent qu'un famille de l'univers ! Mais les cometes ſont-elles de cette famille, les cometes, qui après avoir été regardées par les anciens comme des produits de l'atmoſphere, n'ont plus été dans les idées de Deſcartes & de Képler, que des corps lancés, errans à l'aventure, qui ne s'approchent que pour s'éloigner, & nous viſitent pour ne nous jamais revoir ? D. Caſſini par des vues plus ſaines, les avoit attachées à notre ſyſtême ; mais il eſt incertain s'il les faiſoit

mouvoir autour du ſoleil : on penchoit peut-être à les mettre au rang de la lune, à en faire des ſatellites de la terre ; c'étoit beaucoup étendre la domination de notre planete, c'étoit dépouiller le ſoleil pour nous enrichir. Newton avoit reconnu dans cet aſtre une force infiniment prépondérante, qui ne devoit pas permettre ces uſurpations. Newton, conſervateur des droits de l'univers, dût s'occuper de la place des cometes, de leurs routes, & diſcerner le joug auquel elles ſont aſſujetties ; il a dû ſaiſir cette nouvelle occaſion d'éprouver la puiſſance de la géométrie, & l'avantage des nouvelles méthodes. Newton, avant d'avoir recours à la ſcience, conſulta la philoſophie ; c'eſt à elle de le guider, & de lui montrer la place où il faut appliquer l'inſtrument.

Newton ne ſe demande point ſi les cometes ſont des aſtres durables ; cette queſtion n'appartenoit plus qu'aux eſprits vulgaires. Il n'eſt point embarraſſé de la ſource où les cometes puiſent leur lumiere ; cette ſource eſt celle de la lumiere même des planetes : les cometes deſcendent vers le ſoleil, & Newton voit leur éclat s'augmenter par cette proximité. Alors il compare cet éclat à celui de Saturne & de Jupiter ; & comme les cometes ſont quelquefois revêtues de plus de lumiere, il en conclut qu'elles approchent plus près du ſoleil : elles entrent donc, & aſſez avant, dans la ſphere immenſe où le ſoleil exerce un pouvoir abſolu, où tout dépend de lui. Comment ſeroient-elles libres d'y entrer, ſi le même pouvoir ne les y attiroit ? Mais une fois admiſes, comment échappent-elles aux liens puiſſans qui enchaînent tant de corps, ſans qu'un ſeul puiſſe changer ſa diſtance ? Képler les avoit fait marcher dans une ligne droite, Caſſini dans un grand cercle où la courbure eſt preſque inſenſible. Newton, qui cherchoit & qui retrouvoit partout les deux forces productrices du mouvement

curviligne, apperçut que la force qui avoit ici le plus d'influence, étoit la force uniforme, propagée dans une ligne droite; la force centrale étoit foible, puiſque la courbure qui en réſulte étoit très-peu ſenſible. Mais Hévélius avoit reconnu une déflexion, une courbure plus marquée dans quelques points des routes des cometes, & cette déflexion arrivoit toujours près du ſoleil; la route devenoit donc plus courbe dans les circonſtances, où la proximité augmentoit l'action du ſoleil; le ſoleil ſembloit donc poſſéder auſſi la force centrale qui régit les cometes. L'attraction en raiſon inverſe du quarré des diſtances, qui force tous les corps céleſtes de décrire des ellipſes, ne fixe point la grandeur, ni les dimenſions de ces ellipſes: la loi eſt générale, elle embraſſe toutes les ellipſes poſſibles; & la géométrie enſeigne que les ellipſes peuvent s'aplatir en augmentant la diſtance des foyers (*a*). Une ellipſe même doit devenir une ligne droite, lorſque les foyers tombent aux deux extrémités de l'axe. Newton vit que pour décrire ces ellipſes, il ne falloit qu'une force uniforme plus grande, qui fût capable de prendre un grand avantage ſur la force centrale, & de porter la comete dans des régions éloignées du ſoleil (*b*). Hévélius avoit ſoupçonné que la courbe ſuivie par les cometes étoit une parabole, il avoit même apperçu que le ſommet de cette courbe étoit le point où la comete eſt le plus près du ſoleil (*c*).. Un Allemand nommé Doerfeld, ſaiſit l'idée d'Hévélius, & alla plus loin que lui, il prononça que les cometes ſe meuvent

(*a*) *Voy. la fig.* 29. L'ellipſe ADB décrite autour du point C, a pour foyer les points F & F; mais ſi l'on prend pour foyers les points *f* & *f*, l'ellipſe décrite en conſéquence ſera aplatie, & telle que AEB. Si l'on plaçoit les foyers aux points A & B, l'ellipſe s'évanouiroit & ne ſeroit plus que la ligne AB.

(*b*) Hiſt. de l'Aſtron. moderne, *ſuprà*, p. 497, & note p. 498.

(*c*) *Suprà*, page 247. Le ſoleil étant en F (*fig.* 30), le point où la comete, marchant dans la parabole MAN, peut être le plus près du ſoleil, eſt en A, c'eſt ce point que nous nommons le ſommet de la courbe.

dans des paraboles dont le ſoleil occupe le foyer (*a*). Cette idée, dont on doit faire honneur à Doerfeld, a été long-tems enſevelie dans ſon ouvrage écrit en allemand. Newton ſans doute ne l'a point connue, & nous pouvons dire plus, il n'en avoit pas beſoin. Il dût adopter d'abord la courbure patabolique, ſoupçonnée par Hévélius dans la route de quelques cometes ; il dût regarder ce fait d'obſervation comme un fait général. Accoutumé à conſidérer l'infini, à ne point s'effrayer de ſes abîmes, Newton ſavoit ſuivre les grandeurs, les formes dans leurs diminutions ; & ſaiſir encore ce qu'elles deviennent, lorſqu'infiniment petites elles ſont prêtes à s'évanouir. La géométrie lui démontroit que les ellipſes s'aplatiſſant lorſque les foyers s'éloignent du centre ; elles perdent preſque toute leur courbure, elles n'en conſervent qu'à leurs exttémités, & là cette courbute eſt tout à fait ſemblable à celle de la parabole. Une telle ellipſe ne differe réellement pas de deux paraboles très-éloignées, oppoſées, ſe regardant pat leurs concavités, & dont les branches prolongées peuvent être unies par deux lignes droites (*voy. fig. 31*). Dès que Newton eut connu par la raiſon mathématique que les cometes, qui s'éloignent ſans doute à des diſtances énormes, pour un tems très-long, & qui ne paroiſſent que des momens, pouvoient cependant marcher dans des ellipſes infiniment alongées, infiniment peu courbes, comme les obſervations le prouvent, ſans cependant ceſſer d'être aſſujetties à la loi univerſelle d'une force centrale conſtamment dirigée au ſoleil, il expliqua pourquoi Hévélius avoit cru leut voir décrire une parabole ; c'eſt que réellement le ſoleil & ſon cortege de planetes, placés à l'exttémité de l'orbite de ces cometes, ne fautoient les voir que lorſqu'elles

(*a*) *Voyez* ſon ouvrage imprimé en allemand, p. 243 & Weidler, p. 551.

ſont dans cette partie où la courbure reſſemble à celle de la parabole, & n'en peut être diſtinguée par les plus fines de nos obſervations, toujours un peu inexactes. Il n'eut pas beſoin de l'idée ingénieuſe de Doerfeld pour placer le ſoleil au foyer de ces orbites : ces orbes elliptiques, quoique très-alongés, ne pouvoient naître que d'une force centrale ; & cette force n'auroit pas varié inverſement comme le quarré des diſtance, n'auroit pas été ſemblable à celle qui anime toutes les planetes, en conſéquence d'une loi commune à tous les êtres, ſi elle n'avoit pas été exactement dirigée au foyer, où le ſoleil dont elle émane, doit être néceſſairement placé.

§. XXXV.

Il ne fallut à Newton, pour cette grande découverte, pour régler le rang des cometes, que les loix impoſées aux autres corps céleſtes, & une raiſon déjà exercée à la connoiſſance de la nature, une raiſon ſur-tout perſuadée que cette nature eſt ſimple dans ſes moyens & univerſelle dans ſes loix. Ces cometes furent de la famille du ſoleil : elles ſont liées à notre ſyſtême des planetes ; elles ont, comme les planetes, des révolutions dans des courbes fermées, elles ont des retours, la diſtance nous les enleve, la proximité nous les rend. Mais cette diſtance & cette proximité doivent ſe ſuccéder alternativement ; ſi elles ont été lancées du périhélie avec une force uniforme plus grande, ſi la force centrale, qui les maîtriſe moins, leur permet des écarts plus grands, ces écarts ſont limités ; elles ſont, comme les autres corps céleſtes, enchaînées par un lien dont elles ne peuvent s'affranchir, & qui les force de revenir après leur avoir permis de s'éloigner. C'eſt alors que Newton appliqua le calcul aux obſervations ; il ſe

propoſa le problême de déterminer par ces obſervations les dimenſions de la parabole que la comete a décrite autour du ſoleil. Mais ce problême étoit prodigieuſement difficile, & il falloit qu'il le fût beaucoup, puiſque Newton l'avoue lui-même (*a*).

Newton choiſit trois obſervations, trois poſitions d'une comete dans le ciel, obſervées de la terre. Un plus grand nombre auroit été inutile; & c'eſt de ce peu de données qu'il falloit que ſon génie tirât les réponſes demandées par ſa curioſité. Les mouvemens des cometes ſont compliqués du mouvement de la terre; & ſi ce mouvement a été ſi long-tems incommode, s'il a produit tant de fauſſes apparences dans le mouvement des planetes, mouvement que nous voyons commencer & finir, que nous pouvons ſuivre chaque jour dans toutes ſes parties, on peut juger combien il étoit difficile de ſéparer ces illuſions de la vérité du mouvement des cometes obſervées ſeulement dans une très-petite partie de leur cours & pendant peu de tems. Deſſinons ſur un plan le cercle de notre orbite (*b*), marquons-y les trois poſitions de la terre aux momens des obſervations, qu'eſt-ce que les obſervations nous apprennent? Que le rayon viſuel dirigé de la terre à la comete, & prolongé juſqu'au ciel étoilé, y a marqué le

(*a*) Princ. mathém. édit. 1687, p. 487.

(*b*) Soient (*fig.* 32) A, B, C, les poſitions de la terre dans ſon orbite, où on a obſervé une comete, que l'on a vue ſuivant les directions A*a*D, B*b*E, C*c*D, ſoit S le ſoleil, il faut décrire une parabole dont le foyer ſoit S, & qui coupe les trois lignes A*a*D, B*b*E, C*c*D, ce ſera l'orbite décrite par la comete, & les points *a*, *b* & *c* où les directions ſont coupées, ſeront les lieux de la comete au moment des trois obſervations. Les dimenſions de cette parabole, & en même tems les caracteres qui peuvent la diſtinguer de toute autre, ſont 1°. la diſtance péribélie, ou la plus petite diſtance de la comete au ſoleil AP: 2°. le point du ciel G, où cette diſtance eſt dirigée, c'eſt le lieu du périhélie: 3°. l'angle que cette route parabolique fait avec l'écliptique: 4°. les nœuds de cette orbite, ou les points où elle coupe l'écliptique: 5°. enfin l'inſtant où la comete a été périhélie, c'eſt-à-dire, où elle a été au point P.

lieu de la comete parmi ces étoiles ; la comete eſt dans ce rayon, mais il eſt d'une longueur immenſe, il traverſe tous les eſpaces céleſtes juſqu'au terme de la portée de la vue, & la poſition de la comete dans toute cette longueur eſt inconnue : on en doit dire autant des deux autres obſervations. Nous ne connoiſſons que les trois poſitions de la terre & les directions des rayons viſuels, menées aux trois lieux correſpondans de la comete, il faut trouver une parabole qui coupe ces trois rayons, & qui ait en même tems le ſoleil à ſon foyer. Nous n'en dirons pas plus ſur la ſolution de ce problême, il nous ſuffit d'en avoir fait ſentir la difficulté, il nous ſuffit de dire qu'elle a été pleinement vaincue. Les moyens de la géométrie appartiennent à ſon hiſtoire, mais les preuves du ſuccès ſont de notre reſſort. Newton n'a pris que trois obſervations pour déterminer la route de la comete, les autres obſervations lui ſervent pour la vérifier ; il faut qu'elles ſoient toutes repréſentées : ſi la géométtie n'avoit pas donné la vraie parabole, le calcul ne pourroit plus rettouver ſur cette parabole les poſitions qui ont été obſervées. C'eſt ainſi qu'on a pour garans d'un côté la certitude géométrique qui répond de la juſteſſe des réſultats, & de l'autte les moyens de vérification qui en démonttent la vérité.

§. XXXVI.

Newton, ayant tracé autour du ſoleil & dans le ciel la patabole que décrit la comete, put montter ſous quel angle l'orbe de cette nouvelle planete coupe l'écliptique, dans quels points ſe fait cette ſection, à quel autre point du ciel répond le ſommet de la courbe où eſt le périhélie de la comete, c'eſt à-dire, le terme de ſa plus petite diſtance ; il put meſurer

cette plus petite diſtance de la même maniere que nous meſurons toutes les autres diſtances céleſtes, en comparant leur grandeur au rayon de notre orbe; & ſi les roures de ces cometes ſont fixées, comme il appartient à des aſtres durables, ſi leurs orbites ſont invariables comme eux, la poſition, l'étendue de cette parabole, ſes relations avec le plan de notre écliprique, ſont des caracteres, qui érant différens dans toutes les comeres, les diſtingueront les unes des autres, & ſerviront à les faire reconnoître, lorſqu'après leur longue révolution, elles ſe remontreront une ſeconde fois à la terre.

La vraie orbite, la vraie trajectoire d'une comete ainſi déterminée, Newton put faire ce qu'aucun homme n'avoit encore fait, c'eſt d'examiner le mouvement de ces aſtres à l'égard du ſoleil, le ſeul qui ſoir vérirable; celui que nous voyons de la terre n'eſt qu'apparent, & il eſt ſujet à toutes les illuſions qui nous ont ſi long-tems trompés ſur les planetes. Alors le philoſophe reconnut les effers de ſon principe général. Les cometes, comme les planetes décrivenr autour du ſoleil des aires proportionnelles aux tems; voilà donc la premiere loi de Képler. La partie parabolique de la route de ces aſtres annonçe que l'orbire entiere eſt une ellipſe allongée; c'eſt la ſeconde loi; & ſi l'on ne connoît pas la durée de leurs révolutions, pour y retrouver la troiſieme loi dans la proportion de ces révolurions avec le diametre des orbes décrits, on voir du moins que la vîteſſe dans les paraboles a toujours un rapport conſtant avec celle dans un cercle, décrit à la même diſtance du ſoleil : quelles que ſoient les cometes, leurs vîteſſes dans leurs paraboles différentes, ſont toujours comme la racine quarrée des cubes de leur plus courte diſtance au ſoleil. Elles montrent donc, autanr qu'elles le peuvenr, leur obéiſſance à la troiſieme loi; & Newton eut toutes les preuves néceſſaires pour

pour conſtater que les cometes ſont animées par la même force, qui anime notre ſyſtême des planetes. C'eſt une force inverſement proportionnelle au quarré de la diſtance, une force née dans le ſoleil, & propagée aſſez loin pour s'étendre juſqu'aux orbes les plus reculés des cometes, & pour enchaîner ces aſtres comme ceux que nous voyons circuler plus près de la ſource de la force.

Ces cometes, qui décrivent des ellipſes immenſes, éprouvent des inégalités ſemblables à celles des planetes, mais des inégalités bien plus grandes. On a vu que ces inégalités étoient proportionnées à l'excentricité (*a*); les cometes ont des excentricités énormes. Ces aſtres ſe meuvent, ainſi que les planetes, plus vîte quand ils ſont près du ſoleil, plus lentement quand ils en ſont plus loin; & comme cette proximité & cet éloignement ſont conſidérables, les variations de leur vîteſſe ſont très-grandes. Les cometes doivent donc marcher avec une lenteur infinie quand elles ſont dans ces régions lointaines où notre œil ne peut les ſuivre; & ſi elles s'y rencontrent, elles peuvent déranger ſenſiblement leurs mouvemens, altérer leurs orbes, diminuer ou allonger leurs révolutions, parce qu'elles reſtent long-tems expoſées à leur attraction mutuelle. Newton en conclut deux choſes, la premiere, que les cometes n'ont point été enfermées, comme les planetes, dans un zodiaque étroit, afin que leur route n'étant pas ſi près les unes des autres, ces routes ne puiſſent ſe croiſer, ni les cometes ſe rencontrer; leur diſtance, la grandeur de leurs orbites ſont toutes différentes, leurs routes coupent le ciel dans tous les ſens, & quand deux de ces routes ſe coupent elles-mêmes en un point, elles s'écartent bientôt par leur divergence. (*b*) La

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 87 & 472.

(*b*) Princ. math. Liv. III, Prop. XL.

ſeconde concluſion de Newton fut que ces rencontres pouvant cependant avoir lieu, il en devoit naître des dérangemens. Il ne faut pas eſpérer que la même comete décrive toujours préciſément le même orbe, ni que le tems de ſa révolution ſoit toujours exactement le même. Il peut arrivet que des cometes reparoiſſent en parcourant des orbes un peu différens. Il ne faudroit pas s'étonner ſi même il y en avoit qui ne reparuſſent jamais; car il peut naître dans des tems ſi longs, dans des eſpaces ſi grands, bien des altérations, qui ſuffiſent pour motiver ou des changemens ſenſibles, ou la perte totale de quelques cometes.

§. XXXVII.

NEWTON appliqua cette théorie à la fameuſe comete de 1680; il vit que c'étoit la même qui avoit paru & en Novembre, & à la fin de Décembre. Dans ces deux tems, on l'avoit vue dans les deux différentes branches de la parabole, avant & après ſon paſſage au périhélie, où elle fut le 18 Décembre. Il faut dire que Doerfeld avoit apperçu, comme Newton, cette identité (*a*), & il en faut faire honneur à l'aſtronôme Allemand, qui n'étoit point ſecouru par les lumieres d'une théorie profonde & nouvelle. Mais Newton, appuyant des calculs ſur la certitude de cette théorie, vit que cette comete étoit particuliérement remarquable pour avoir paſſé très-près du ſoleil. Dans ſon périhélie elle n'en fut éloignée que de la ſixieme partie du diametre ſolaire; & ſi ce diametre eſt, comme nous le ſuppoſons, d'environ 150000 lieues, elle approcha du ſoleil à la diſtance de 25000 lieues, & fut trois ou quatre fois plus près de lui que la lune ne l'eſt

(*a*) Weidler, p. 551.

de la terre. Que par la penſée on rapproche de nous le ſoleil à cette diſtance, & qu'on juge de la chaleur qu'il nous feroit éprouver! Ce qui doit étonner le plus dans la nature de ces aſtres ſinguliers, ce ſont les alternatives de leurs températures. Un froid extrême dans leur éloignement du ſoleil, une chaleur brûlante dans leur proximité! Newton a calculé que cette comete avoit dû éprouver, lors de ſon paſſage près du ſoleil, une chaleur vingt-huit mille fois plus forte que celle de cet aſtre dans nos étés; elle ſurpaſſe deux mille fois, ſuivant l'évaluation de Newton, la chaleur d'un fer rouge. Les vapeurs, les eaux, & tout ce qui étoit liquide & volatil, a dû être conſumé & diſſipé en un inſtant. Mais cette chaleur une fois acquiſe, cette chaleur qui doit pénétrer juſqu'au centre du globe, doit ſe conſerver long-tems; c'eſt une reſſource contre le froid, lorſque la comete s'éloigne de la préſence du ſoleil. Newton, qui ſoumettoit tout au calcul, & à qui le génie offroit des reſſources pour tout, trouve qu'un globe de fer égal à la terre & rougi au feu, ſeroit cinquante mille ans à ſe réfroidir (*a*); & il tire de la chaleur extrême où les cometes peuvent être expoſées, une preuve qu'elles ſont des corps compactes & ſolides, auſſi durables que les autres. Il faut en effet qu'elles ſoient compoſées d'une matiere parfaitement fixe, puiſqu'elle n'eſt pas volatiliſée par ce feu violent; ſi elles n'étoient que des vapeurs, des exhalaiſons de la terre & des planetes, leur aggrégation légere & volatile ſe diſſiperoit en un inſtant, & l'aſtre s'évanouiroit en fumée (*b*).

Cette grande proximité, la vîteſſe conſidérable qu'eut alors

(*a*) Princ. math. p. 174, T. II, édit. fr. M. de Buffon a fait des expériences ſuivies & exactes ſur le réfroidiſſement des globes chauffés, & il en a tiré des réſultats auſſi curieux qu'ils ſont neufs & ſinguliers. M. de Buffon, *Introduction à l'Hiſt. naturelle des minéraux.*

(*b*) *Ibid.* Principes math. p. 146.

la comete de 1680, font croire à Newton qu'elle a dû trouver un peu de réſiſtance. Il a fallu qu'elle traversât l'atmoſphère du ſoleil, cette atmoſphère lumineuſe découverte par Caſſini; la comete même y eſt entrée aſſez avant, & dans la partie qui doit être la plus denſe : quelque peu d'épaiſſeur qu'ait ce milieu, on ſent que le déplacement de ſes molécules oppoſe quelque obſtacle au corps qui veut le traverſer. La réſiſtance de ce milieu eſt toujours proportionnée à la grandeur, à l'étendue du corps en mouvement, qui à raiſon de cette étendue, a plus ou moins de molécules à déplacer; mais la réſiſtance dépend auſſi de la vîteſſe. Lorſqu'un corps ſe meut rapidement, les molécules ont moins de tems pour ſe diviſer & pour lui livrer paſſage; le corps les pouſſe, les amoncele, les ſerre les unes contre les autres, & ſa rapidité qui unit ainſi ces molécules, les rend capables d'une réſiſtance plus grande. Cette réſiſtance a toujours lieu dans la direction de la force uniforme: une petite partie de cette force eſt conſumée, & comme elle ne ſe renouvelle pas, ſes pertes ſont pour toujours. En conſéquence la force centrale prévaut, & le corps, c'eſt-à-dire, la comete s'approche du ſoleil. Newton conçoit que ces pertes répétées peuvent tellement diminuer la diſtance au ſoleil, que la comete doit à la fin y tomber; & ſe réunir à la maſſe ſolaire pour ſervir d'aliment à ſes feux, & pour réparer peut-être l'évaporation continuelle de la lumiere. La comete de 1680 a paſſé ſi près de ce foyer, qu'elle pourra bien y être engloutie à ſon prochain retour : peut-être, ajoute Newton, les étoiles qui s'allument tout-à-coup dans les régions du ciel n'étoient-elles inviſibles que faute de feux aſſez actifs; elles brillent, ranimées par la chûte de quelques cometes (*a*).

(*a*) Princ. math. édit. Franc. Tom. II, p. 147.

§ XXXVIII.

Dès que les cometes paſſant près du ſoleil éprouvent une chaleur énorme, capable de deſſécher leur ſurface & même leur profondeur, on conçoit que ce deſſéchement n'arrive que par une évaporation de tous les fluides; ces globes doivent donc fumer comme les corps humides expoſés au feu; la fumée qui s'en exhale doit ſe diriger à l'oppoſite du feu qui la produit C'eſt une expérience que nous faiſons tous les jours ſur tous les corps ou brûlés ou chauffés. L'apparence de la queue des cometes, toujours oppoſée au ſoleil, n'eſt donc qu'une fumée, & le produit des vapeurs qui s'élevent continuellement de la ſurface. C'eſt la cauſe que leur aſſigne Newton, & ſans doute la plus naturelle : ces queues ne ſe montrent que lorſque la comete a paſſé ſon périhélie, ou lorſqu'elle en approche; elles ſont d'autant plus longues que les cometes ont paſſé plus près (*a*), témoin celle de 1680; & ſans doute les cometes qui paſſent fort loin, n'en ont pas. Ce qu'on appelle la barbe, la chevelure des cometes, une ſorte d'atmoſphère qui les environne & les rend plus obſcures, a la même cauſe. Ces queues s'étendent à une grande diſtance; celle de la comete de 1680, qui embraſſa juſqu'à 70 degrés du ciel, occupoit peut-être un eſpace de neuf à dix millions de lieues en longueur ſur une largeur égale au diametre de la comete. Ceux qui connoiſſent la prodigieuſe dilatabilité des vapeurs, ne ſeront pas étonnés de cette étendue. Notre air, nous l'avons dit, ſe condenſe près de la ſurface, à raiſon du poids de l'air même dont il eſt chargé. Newton a calculé qu'un globe d'un pouce de diametre, formé de notre air, tel qu'il eſt à la

(*a*) Princ. math. édit. franc. Tom, II, p. 147.

ſurface, porté à la diſtance de 1500 lieues de cette ſurface, & libre de s'étendre par ſon reſſort, rempliroit toutes les régions des planetes juſqu'à la ſphere de Saturne, & encore bien au-delà. On voit que la matiere des cometes, libre de ſe raréfier dans un milieu ſans réſiſtance, peut-être peu conſidérable, quoiqu'elle occupe un grand eſpace; elle en occuperoit plus ſi elle ne s'évaporoit pas continuellement. Notre atmoſphère éclairée de la lumiere du ſoleil, éteint preſque tous les aſtres & la lune même, tandis que l'atmoſphère des cometes, également éclairée du ſoleil, laiſſe voir à travers ſon épaiſſeur la lumiere des plus petites étoiles : cette matiere eſt donc infiniment plus rare & plus ſubtile que celle de notre air.

Newton tire de ces conſidérations une nouvelle preuve que l'éther, dans lequel nagent les cometes, n'eſt capable d'aucune réſiſtance ſenſible. Non-ſeulement il n'arrête point les corps ſolides, il n'altere point leurs mouvemens; mais les vapeurs des cometes, élevées en colonnes au-deſſus de leurs globes, ſuivent le cours de ces globes, & ſont entraînées par eux. L'éther ne réſiſte donc pas plus aux vapeurs légeres qu'aux corps ſolides; & cependant le moindre choc des molécules de l'éther diſperſeroit celles des queues des cometes; ces queues ſeroient auſſi-tôt détruites que formées. Mais nous les voyons durer, & ſi elles ceſſent de paroître, il y a lieu de croire que c'eſt par leur aſcenſion continuée, & par une dilatation devenue exceſſive. Newton, qui ſaiſiſſoit tout ce qui lui donnoit quelque priſe, réfléchiſſant ſur la déflexion & la courbure qu'on avoit remarquée dans la queue des cometes, penſa qu'on en pouvoit tirer une induction du tems que la vapeur avoit employé à monter. Lorſque cette vapeur s'éleve en vertu du mouvement d'aſcenſion que lui donne la chaleur, elle n'en

conſerve pas moins le mouvement de tranſlation de la comete; elle doit donc, en montant, ſe conformer à ces deux mouvemens, & prendre une route oblique entre leurs directions; à meſure que le mouvement & la direction de la comete changent, les vapeurs exhalées, participent à ces changemens, chaque partie conſerve la direction qu'elle a reçue, & la queue entiere prend une courbure en conſéquence de toutes ces directions (*a*). Or en tirant une ligne droite de l'extrémité de cette queue au ſoleil, le point où la ligne coupe l'orbite de la comete eſt celui d'où les vapeurs ſont parties. Newton trouva que la vapeur, qui le 25 Janvier 1680 faiſoit le terme de la queue, avoit commencé à monter le 21 Décembre, & avoit employé quarante-cinq jours à monter. Toute la queue qui parut le 10 Décembre, & qui avoit une longueur prodigieuſe, étoit montée dans l'intervalle de deux jours, écoulés depuis le paſſage du périhélie (*b*). On peut juger de la force de l'évaporation par la vîteſſe de ces vapeurs ſi légeres qui ont parcouru neuf à dix millions de lieues en deux jours; & en même tems on peut s'aſſurer que l'éther n'oppoſe aucune réſiſtance, puiſqu'il a permis ce mouvement rapide à un compoſé ſi frêle & ſi aiſé à détruire.

§. XXXIX.

Le vrai mouvement des cometes autour du ſoleil dans des orbes paraboliques étant connu & mis à découvert, on put voir clairement que quelques-unes de ces cometes avoient réellement un mouvement rétrograde, c'eſt-à-dire, contraire au mouvement général des planetes & des ſatellites de notre ſyſ-

(*a*) *Voyez* figure 32.

(*b*) Princ. math. édit. franc. p. 154.

tême. L'obſervation avoit déjà montré que quelques cometes vues de la terre, paroiſſoient ſe mouvoir dans le ciel en remontant le cours ordinaire des planetes. Mais tout ce que nous voyons de la terre n'eſt ſouvent qu'une apparence illuſoire; notre propre mouvement altere le vrai mouvement des aſtres: les planetes ont des tems où nous les voyons rétrograder; les cometes pourroient n'être rétrogrades que comme elles, & en apparence. Mais lorſque leur mouvement fut rapporté au ſoleil auquel il appartient, lorſqu'on put ſuivre leur route réelle, on vit que dans le nombre de ces planetes nouvelles & inattendues que le haſard ſemble nous envoyer, les unes ſuivoient le ſens dans lequel les planetes ſe meuvent par un mouvement que nous appelons direct, les autres marchoient dans un ſens entiérement contraire par le mouvement que nous appelons rétrograde. Cette vérité démontrée porta un coup terrible à l'hypothèſe des tourbillons; car ſi les tourbillons planétaires ont dans leur révolution aſſez de force pour entraîner les corps maſſifs & lourds des planetes, ils doivent entraîner également les cometes lorſqu'elles y arrivent, lorſqu'elles y tombent. Ces cometes ne peuvent ſuivre que le mouvement du tourbillon: on ne conçoit pas comment elles pourroient en ſortir; on conçoit encore moins comment elles pourroient ſe mouvoir dans un ſens oppoſé à ce torrent de matiere circulante. Il faudroit imaginer que le tourbillon des cometes, aplati & alongé comme leur orbite, pénétrât les tourbillons ſphériques de nos planetes, y conſervât ſon mouvement différent & même contraire; & l'idée de cette pénétration impoſſible ſeroit une grande abſurdité!

Mais cette objection n'eſt point la ſeule que les découvertes de Newton fourniſſent contre les idées plus ingénieuſes que ſolides de Deſcartes. Les vérités nouvelles ne ſont pas l'unique

avantage

avantage des recherches profondes, l'eſprit humain ſe fortifie & de la vérité qu'il acquiert, & de l'erreur dont il ſe déſabuſe. Cependant Newton, en propoſant des idées ſi vraies, ſi ſupérieures aux hypothèſes de Deſcartes, ne ſemble point triompher de leur chûte; il a plutôt l'air de la ſoupçonner que de l'annoncer. *L'hypothèſe des tourbillons*, dit-il, *eſt ſujette à beaucoup de difficultés*; & avec ce ton de réſerve, il déduit des raiſons qui détruiſent de fond en comble l'hypothèſe. Un tourbillon ne peut être conçu que par l'idée d'une matiere fluide mue circulairement autour d'un centre par un mouvement unique. On imagine bien que les parties les plus éloignées décrivant des cercles plus grands, doivent avoir plus de vîteſſe, & cette vîteſſe paroît devoir augmenter ſelon la diſtance. Les aſtres plongés dans ce tourbillon ne peuvent ſe mouvoir que par le mouvement même du tourbillon, leurs vîteſſes manifeſtent donc la ſienne, ou décelent du moins la vîteſſe des couches où ces aſtres ſe trouvent. Les loix de la nature obſervées par Kepler, doivent donc dériver des loix de ces tourbillons; car les hypothèſes ne ſont admiſſibles que lorſqu'elles expliquent les faits obſervés. Or pour qu'une planete, ſuivant une couche du tourbillon, décrivît autour du ſoleil des aires proportionnelles aux tems, il faudroit que cette couche fît ſa révolution dans un tems proportionnel au quarré de ſa diſtance au ſoleil; mais la troiſieme loi de Kepler nous apprend que les révolutions de deux différentes planetes ſont entr'elles comme les racines quarrées des cubes de leur diſtance au ſoleil, les couches qui les entraînent devroient avoir cette même vîteſſe, & faire également leur tour dans un tems proportionnel à la racine quarrée des cubes de leur diſtance au ſoleil: il faudroit donc que ces deux couches euſſent des vîteſſes différentes, & deux tems périodiques différens pour obſerver

les deux loix de Kepler (*a*), ce qui eſt abſurde & contradictoire.

§. LX.

Le ſyſtême des tourbillons renferme bien d'autres contradictions que nous n'entreprenons point de détailler (*b*). Ce n'eſt pas ainſi que Newton a expliqué la nature par le ſyſtême de la gravitation; il eſt parti des faits généraux pour chercher le principe qui les produit. La premiere loi de Kepler lui a montré que les corps céleſtes étoient mus par une force dirigée à un point fixe; la ſeconde indique que cette force, capable de s'accélérer & de ſe ralentir, varie en raiſon inverſe du quarré des diſtances à ce point; & la troiſieme fait connoître que cette force eſt encore proportionnelle à la quantité de matiere du corps qui occupe le centre. Newton, en nous donnant l'idée d'une force, qui exiſte dans toutes les parties de la matiere, & qui varie inverſement comme le quarré des diſtances, ne nous a donc rien dit que ce que les faits lui ont appris; s'il en a fait une loi générale, c'eſt qu'elle dérive des faits généraux. Rien n'eſt plus ſimple que ſes ſuppoſitions : la matiere a été créée & douée d'une tendance réciproque de toutes ſes parties, ſuivant cette loi; la cauſe premiere, Dieu a lancé dans l'eſpace les maſſes des corps céleſtes, chacune avec une force d'impulſion une fois imprimée & durable, puiſqu'elle n'éprouve point de réſiſtance. Avec une propriété primitive & poſſible de la matiere, avec un premier acte de la puiſſance divine, Newton trouve la raiſon de tous les mouvemens, la raiſon de l'ordre & de la conſervation de l'uni-

(*a*) Princ. math. Liv. III, ſchol. génér. p. 474.

(*b*) *Voyez* l'Encyclopédie à l'article *tourbillons*.

vers! Mais le principal reſſort du mouvement, l'attraction qui lui fut revelée par les trois loix de Kepler, lui a été en même tems confirmée par tous les phénomènes de la nature. C'eſt cette attraction qui produit les inégalités de la lune, les mouvemens de ſon apogée & de ſon nœud, aſſez ſenſibles pour avoir été apperçus par les premiers aſtronômes. C'eſt elle qui fait rétrograder les points équinoxiaux dans une révolution très-lente; c'eſt elle qui deux fois par jour élève & abaiſſe les eaux de la mer; c'eſt elle enfin qui aſſujettit les comètes comme les planetes, & qui les retient dans l'empire du ſoleil. Une infinité de grands phénomènes découverts depuis, s'expliqueront par ce principe, & ne pourront s'expliquer que par lui. Mais les faits, juſqu'ici détaillés & ramenés à une ſeule cauſe, ſuffiſent bien pour démontrer l'exiſtence de cette cauſe; nous la retrouvons ſur la terre, elle agit ſous nos yeux mêmes, en précipitant les graves de la ſurface vers le centre, en arrondiſſant les gouttes d'eau & de mercure, en élevant au-deſſus de leur niveau les liqueurs dans les vaiſſeaux capillaires. C'eſt cette cauſe, c'eſt cette force, mais différemment modifiée, qui produit ſans doute les attractions électriques & magnétiques.

§. XLI.

Tout manifeſte donc l'attraction dans la nature, tout mouvement eſt produit ou réglé par cette force. Mais qu'eſt-ce que l'attraction? L'idée attachée à ce mot étoit entiérement nouvelle, car nous avouons que l'attraction ſuppoſée par les anciens nous paroît totalement différente; elle naiſſoit chez eux & d'une *ſympathie* occulte & fauſſe, établie gratuitement entre différentes ſubſtances & différens êtres, & de la chute des corps, qui tendoient vers la terre par une ſympathie ſem-

blable. Cette ſympathie, étendue juſqu'à la lune pour retenir cette planete dans ſon orbe, n'eſt qu'une erreur aggrandie. Les anciens ſe ſont approchés par haſard de la vérité. Nous avons déjà dit qu'il n'en eſt pas de leurs opinions comme des faits qu'ils nous ont laiſſés (*a*). Les faits ſont manifeſtes, les opinions peuvent être équivoques par l'expreſſion. Nous ne voyons eſſentiellement dans l'attraction prétendue des anciens qu'une idée de *ſympathie & d'amour*, qui prouve ſeulement le penchant de l'homme à retrouver partout les ſentimens qui le conſolent, ou les paſſions qui l'agitent. Kepler, Hook peuvent ſeuls être aſſociés à Newton, comme ayant eu l'idée nette de la cauſe univerſelle. Mais cette notion philoſophique & vague n'eſt rien, quand on ne démontre pas que l'idée eſt fondée & la cauſe néceſſaire. C'eſt ce qu'a fait Newton, & c'eſt une gloire qui n'appartient qu'à lui ſeul : il a été forcé de concevoir l'attraction ; ce ſont les phénomènes qui ont fait entrer cette idée dans ſa tête, ce ſont eux qui l'y ont affermie, enracinée. Conduit par la certitude géométrique, il étoit sûr de ne point s'égarer. Les doutes d'un eſprit naturellement ſage ont été anéantis par la multiplicité des preuves ; il a bien fallu croire à l'attraction que la nature entiere lui manifeſtoit.

L'attraction, dévoilée par les phénomènes qu'elle produit, n'eſt elle-même qu'un effet, les cauſes primitives nous ſont cachées ; la nature, enfermée dans ſes profondeurs, ne nous laiſſe appercevoir que des réſultats. Sur la terre où nous voyons les corps ſe mouvoir, nous ne connoiſſons que l'impulſion ; & familiariſés avec ce phénomène de la communication du mouvement, nous n'imaginons pas qu'un corps puiſſe ſe mouvoir ſans avoir été pouſſé. Newton ſe proportionnant aux idées

(*a*) *Suprà*, p. 183.

de ſon ſiecle, peut-être n'oſant ſe livrer lui même à une concluſion trop hardie, a déclaré pluſieurs fois que l'effet de l'attraction pouvoit n'être que le réſultat d'une impulſion (*a*). Mais l'impulſion ſe proportionne à la ſurface des corps, & non à leur ſolidité, à leur maſſe, comme l'attraction : auſſi Newton a-t-il été obligé de conſidérer l'attraction comme l'effet d'un fluide très ſubtil, qui non-ſeulement environne les corps dans tous les eſpaces de l'univers, mais qui pénetre les corps mêmes, & qui eſt caché dans leur ſubſtance. Nous allons le laiſſer parler lui-même : » C'eſt par la force & l'action de cet eſprit « que les particules des corps s'attirent mutuellement aux » plus petites diſtances, & qu'elles coherent lorſqu'elles ſont » contigües ; c'eſt par lui que les corps électriques agiſſent à » de plus grandes diſtances, tant pour attirer que pour re» pouſſer les corpuſcules voiſins : & c'eſt encore par lui que » la lumiere émane, ſe réfléchit, s'infléchit, ſe réfracte & » échauffe les corps. Toutes les ſenſations ſont excitées, & les » membres des animaux ſont mus quand leur volonté l'or» donne, par les vibrations de cette ſubſtance ſpiritueuſe qui » ſe propage des organes extérieurs des ſens par les filets ſolides » des nerfs, juſqu'au cerveau, & enſuite du cerveau dans les » muſcles. Mais ces choſes ne peuvent s'expliquer en peu de » mots. On n'a pas fait encore un nombre ſuffiſant d'expé» riences, pour pouvoir déterminer exactement les loix ſelon » leſquelles agit cet eſprit univerſel (*b*). » Dans ce peu de mots Newton a embraſſé la nature, & devinant une infinité de découvertes qui ſe feront un jour, il a vu par ſon génie ce que d'autres ſiecles verront peut-être par la voie de l'obſervation.

(*a*) Princ. math. Liv. I, ſect. II, édit. franc. p. 167 & 200.

(*b*) *Ibid.* Liv. I, ſect. II, édit. franc. p. 179.

Au reſte, cette explication même de la gravitation par un fluide actif & univerſel eſt bien vague. Il faut admettre le rapprochement des différens phénomènes indiqués ici par Newton, mais on peut rejeter cette explication qu'il n'a donnée que par complaiſance pour les eſprits timides, & dont ſans doute il n'étoit pas content lui-même. Il remarque ailleurs que l'impulſion agiroit en raiſon des ſurfaces ; & ſi l'attraction naiſſoit de particules fluides diſſéminées dans les corps, elle ſeroit proportionnelle à leurs pores, au vide des corps, & non à leur ſolidité. Newton, en établiſſant la réciprocité de la gravitation, ſemble avoir exclu toute idée d'impulſion. S'il exiſte un fluide dont la preſſion faſſe tendre la lune vers la terre, comment ce même fluide fait-il peſer la terre ſur la lune ? Comment fait-il peſer en même tems la terre ſur le ſoleil, & le ſoleil ſur la terre ? Il faudroit donc autant de fluides que de planetes & d'actions différentes ; il faudroit que ces fluides fuſſent mêlés dans l'eſpace ſans ſe confondre, & agiſſent tous à la fois ſans ſe nuire. Un principe ne peut être vrai que quand il eſt ſimple, quand il embraſſe tous les effets ; mais quand il faut changer de principe à chaque effet, on reconnoît une ignorance déguiſée, on voit que l'homme ſupplée par l'imagination à la connoiſſance de la nature (*a*).

§. XLII.

Mais quand on ramèneroit le phénomène obſcur de l'attraction au phénomène ſenſible de l'impulſion, on n'en ſeroit pas plus avancé ; ce dernier phénomène n'eſt pas plus aiſé à

(*a*) Il faut lire dans l'Encyclopédie les articles *gravitation*, *gravité*, *attraction*, *newtonianiſme*, où tout ce qu'il y a de métaphyſique & de géométrique dans cette queſtion a été traité par M. l'Auteur d'Alembert.

concevoir. Comment le mouvement ſe tranſmet-il d'un corps dans un autre par le choc? Comment la force même réſide-t-elle dans un corps? Ce ſont des myſteres de la nature; tout ce qu'on voit bien clairement, c'eſt que la matiere eſt impénétrable, & qu'il réſulte de cette impénétrabilité que lorſqu'un corps mu en choque un autre, il faut néceſſairement que le premier rebrouſſe chemin, ou qu'il pouſſe le ſecond devant ſoi, en partageant avec lui ſon mouvement. Que démontre donc ce phénomène? L'impénétrabilité des corps comme une loi de la nature, comme une propriété de la matiere. Les grands & les petits phénoménes du monde démontrent également une attraction qui doit être, ainſi que l'impénétrabilité, une propriété de la matiére. L'une eſt comme l'autre un don de l'Être ſuprême, ce ſont deux atributs de ſon ouvrage. L'attraction eſt ſans doute un de ces effets, au-delà deſquels nous ne pouvons pas pénétrer, & qui deviennent pour nous des cauſes primordiales. Cette concluſion n'a rien de téméraire, pourvu que nous ſoyons prêts à nous rétracter, ſi les travaux des générations futures venoient à découvrir le mécaniſme de l'attraction, & à le ramener à un autre phénomène naturel, qui ſeroit alors la cauſe primordiale. Nous ne prétendons pas fixer les bornes de l'eſprit humain : ces bornes ſont les termes de nos efforts, de nos progrès actuels: & dans notre marche, nous pouvons, de pauſe en pauſe, regarder les cauſes les plus éloignées où il nous a été permis d'atteindre, comme des cauſes primitives.

Newton étoit dans la maturité de ſon âge lorſqu'il publia ſon livre immortel des *Principes mathématiques de la philoſophie naturelle*. Il en avoit médité les idées & mûri les vérités pendant vingt années; il n'y avoit qu'une modeſtie exceſſive qui pût lui cacher ſa grande ſupériorité ſur les hommes même

célebres qui compoſoient ſon ſiecle ; mais en effet toutes les lumieres ne ſont pas renfermées dans une ſeule tête, l'homme le plus élevé peut être encore averti. Newton étoit perſuadé de cette vérité que tant d'hommes ignorent ; & lorſqu'il révéla les loix de l'univers, lorſqu'il mit au jour le plus bel ouvrage & le plus grand effort de l'eſprit humain, il finit en diſant : *Je demande que cet ouvrage ſoit lu avec indulgence, & que les défauts inévitables dans une matiere ſi difficile, ſoient moins un ſujet de blâme qu'une occaſion de tentatives nouvelles & de recherches plus profondes* (*a*). Ce mérite d'une modeſtie ſi rare doit être conſigné dans l'hiſtoire ; la juſtice veut qu'on peigne les hommes par leurs vertus ; & l'orgueil doit apprendre par des exemples que la modeſtie eſt preſque toujours inſéparable de la vraie ſupériorité.

Newton, plus qu'aucun homme, eut beſoin de ſe faire pardonner ſon élévation ; il avoit pris un vol ſi extraordinaire, il redeſcendoit avec des vérités ſi nouvelles, qu'il falloit ménager les eſprits, qui auroient pu repouſſer ces vérités. Newton renverſoit ou changeoit toutes les idées. Ariſtote & Deſcartes partageoient encore l'empire, ils étoient les précepteurs de l'Europe : le philoſophe Anglois détruiſit preſque tous leurs enſeignemens, & propoſa une nouvelle philoſophie ; cette philoſophie a opéré une révolution. Newton a fait, mais par des voies plus douces & plus juſtes, ce qu'ont tenté quelquefois en Aſie les conquérans qui ont uſurpé le trône ; ils ont voulu effacer le ſouvenir des regnes précédens, pour que leur regne ſervît d'époque, pour que tout commençât avec eux. Mais ces entrepriſes de l'orgueil & de la tyrannie ont été le plus ſouvent ſans fruit ; elles ne réuſſiſſent qu'à la

(*a*) Préface de la premiere édition.

raiſon

raiſon & à la vérité, qui obtiennent cet avantage ſans y prétendre !

Newton n'établit pas tout à coup ce regne de la vérité ; ſes démonſtrations étoient trop profondes pour la portée ordinaire des ſavans mêmes. Hook, Halley furent peut-être d'abord ſes ſeuls partiſans ; ſes opinions furent enſuite adoptées & attaquées, mais ſeulement par des hommes du premier ordre : les aigles combattoient dans les airs, & le reſte de la terre ignoroit le ſujet de la querelle. Cependant l'Angleterre ne tarda pas à s'éclairer de la lumiere nouvelle. Ces vérités n'exciterent point de jalouſies ; & quoiqu'elles fuſſent auſſi étonnantes qu'elles étoient neuves, elles furent, du vivant de Newton même, la croyance générale : ſes ſuccès intéreſſerent ſes compatriotes ; & ce qui ſemble ſi naturel, que le génie vivant devroit l'éprouver chez tous les peuples, ſa gloire devint nationale. Les nations étrangeres réſiſterent plus long-tems, il a fallu laiſſer écouler les générations imbues des vieilles opinions. L'empire de Deſcartes étoit établi partout ; comme François, nous avions ſes droits & ſa gloire à défendre ; nous ſommes trop éclairés pour préférer cette gloire à la vérité. Deſcartes a été abandonné pour elle, & aujourd'hui la France comme l'Europe eſt newtonienne, en ôtant à ce mot toute idée de ſecte, puiſque la vérité n'en fait pas.

§. XLIII.

Nous n'avons pas encore expoſé tous les titres de cet homme rare, il en reſte aſſez pour fonder une grande célébrité. Newton, en jetant un regard ſur l'optique, qui a déjà rendu tant de ſervices à l'aſtronomie, créa de nouveau cette ſcience de la marche des rayons de lumiere & de leurs mouvemens, comme il avoit créé celle du mouvement des corps

céleſtes. Les phénomènes deviennent clairs & ſimples par ſes explications : la lumiere eſt un fluide infiniment ſubtil, mais matériel & ſoumis en conſéquence aux loix du mouvement des corps. Si la lumiere eſt réfléchie par les ſurfaces, c'eſt que ce fluide, comme Deſcartes l'a dit, eſt élaſtique, il rejaillit par la force du reſſort (*a*). Si le P. Grimaldi a découvert que la lumiere s'infléchit en paſſant près du corps, c'eſt qu'elle éprouve leur attraction qui altere ſa route, comme le ſoleil altere celle de la lune. Enfin ſi la lumiere ſe réfracte en quittant un milieu pour entrer dans un autre, ſi elle plie davantage ſa route quand le milieu eſt plus denſe, comme pour y pénétrer plus avant, ce n'eſt pas que ces milieux plus denſes lui offrent une tranſmiſſion plus facile, c'eſt qu'ils l'attirent davantage; & c'eſt de l'attraction du milieu que la lumiere reçoit cet excédent de force, remarqué par Deſcartes, cette force nouvelle qui la fait entrer plutôt, & pénétrer plus avant. Quand le rayon paſſe obliquement dans un milieu plus rare, en quittant un milieu plus denſe, c'eſt encore l'attraction de ce milieu qui plie ſa route, comme pour retenir la lumiere, pour l'approcher de lui, tant qu'elle ſe trouve dans la ſphere de ſon activité.

Mais Newton a ſervi particulierement l'aſtronomie, & lui a préparé des progrès par une découverte de la plus grande importance ſur la nature de la lumiere. Cette ſubſtance eſt impalpable, elle ne ſe manifeſte qu'au tact de l'œil. Newton a eu l'art de la décompoſer, &, comme dit M. de Fontenelle, il a fait l'anatomie de la lumiere (*b*). Perſonne n'ignore que les objets vus à travers un priſme, ſe peignent de pluſieurs couleurs; ce phénomène juſqu'à Newton avoit été inexplicable. Newton

(*a*) *Suprà*, p. 194.

(*b*) Eloge de Newton.

reçut, à quelque distance du prisme, sur un mur & dans une chambre obscure, le rayon ainsi coloré; les couleurs se séparerent, & dans un ordre qu'une infinité d'épreuves firent trouver le même. Il multiplia, varia les expériences, ce détail nous éloigneroit trop de notre objet; mais enfin il s'assura que chaque rayon de lumiere, quelque petit qu'il soit, est composé d'une infinité de rayons différemment colorés. On distingue dans leur infinité sept couleurs, que l'on peut regarder comme primitives, ces couleurs sont le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo, le violet; ce sont du moins les seules dont les nuances marquées nous deviennent sensibles. Lorsque ces rayons primitifs sont unis, le rayon total n'imprime aux objets qu'une couleur blanche; c'est le caractere propre de la lumière dont le noir n'est que la privation. Les couleurs existent dans les filets qui composent le rayon sensible; ces couleurs se séparent dans le prisme par la réfraction que le rayon éprouve lorsqu'il y passe. Les rayons déliés qui le composent sont doués par la nature, chacun d'une réfrangibilité différente & inaltérable. Chaque espece de rayon change diversement sa route, & sembleroit en conséquence diversement attiré par un même corps. Mais Newton, assuré par tant de phénomènes de la constance du pouvoir attractif dans une quantité donnée de matiere, ne tira point cette conclusion précipitée. L'attraction du corps est démontrée par le détour du rayon entier, les parties ne se détournent différemment que par quelque propriété particuliere, telle par exemple que leurs vîtesses (*a*). Si ces vîtesses sont différentes pour chaque espece de rayons, ceux qui traversent plus vîte le milieu, moins exposés à son action, se détourneront moins; ceux qui auront une vîtesse

(*a*) Hartsoecker, *Essai de Dioptrique*; & son Elogo par *M. de Fontenelle.*

moindre ſeront plus dérangés. Quoi qu'il en ſoit de cette conjecture ſur la cauſe qui opere cet effet, il eſt bien prouvé par l'expérience que chaque eſpece de rayon a une réfrangibilité & une couleur propre qui ſont invariables. Les couleurs ſont dans la lumiere qui éclaire les objets, qui nous les fait voir, & non dans les objets mêmes; ſi un corps paroît revêtu d'une couleur particuliere, c'eſt que ſa ſurface eſt diſpoſée de maniere à réfléchir cette eſpece de rayons, & à abſorber tous les autres. On n'étoit jamais entré ſi avant dans la nature; grands phénomènes, détails inſenſibles aux vues ordinaires, tout ce qui eſt vérité, étoit fait pour Newton. Cette vérité exiſte principalement dans les élémens des choſes; un même homme a ſurpris & les germes des couleurs, & les premiers reſſorts du mouvement.

§. XLIV.

Mais Newton a dû ſe demander, a dû chercher ce qu'étoit la ſubſtance ſinguliere qui éclaire & qui colore, & comment étoit produit le phénomène de la lumiere. Le philoſophe adopta l'idée la plus naturelle, celle qui s'offre d'abord; & il répondit ce que répondroit l'homme le plus ſimple, interrogé ſur cette queſtion. La lumiere nous eſt envoyée, elle naît dans les corps lumineux, elle eſt lancée, répandue, & elle tombe ſur tous les objets qu'elle rencontre. Lorſque la nuit va finir, nous voyons un trait de lumiere au point de l'horizon où doit monter le ſoleil, ce trait s'étend en arc le long de l'horizon, bientôt l'arc s'aggrandit: le crépuſcule eſt la lumiere qui monte en précédant le ſoleil; elle atteint les nuages, & s'y décompoſe pour produire les couleurs découvertes par Newton. Les particules d'eau qui forment ces nuages, ſont une infinité de priſmes, où la nature répete en grand les expériences ingénieuſes de Newton. L'aurore me développe le même mécaniſme;

je vois des priſmes dans le nuage, & je vois un rayon qui arrive à ce nuage, comme il entre dans la chambre obſcure : je ſuis les pas de la lumiere dans les progrès du jour. Mais lorſque l'aſtre lui-même s'offre à ma vue, je le vois verſer à grands flots cette lumiere, d'abord menagée, je reconnois que ſa préſence en eſt la ſource divine ; & ſi je ſuis trop enveloppé de ſes rayons pour les diſtinguer, les apparences du ſoir confirment celles du matin. Je vois que la lumiere me quitte avec l'aſtre même : la ſource deſcend avec lui, un cercle enferme les eſpaces où la lumiere n'atteint plus ; & je la perds au même point de l'horizon où j'ai perdu l'aſtre qui la produit. Voilà ce que mes ſens m'apprennent ; ſi les ſens ont ſouvent été trompés, nous n'avons cependant que les connoiſſances qu'il nous donnent. La raiſon doit peſer & juger leur rapport, & quand la raiſon n'oppoſe rien, nous devons croire leur témoignage. Les yeux nous diſent que le ſoleil ſe meut, & ils nous trompent ; mais il a fallu les raiſonnemens les plus preſſans, les plus démonſtratifs, pour infirmer la longue expérience de la vue.

Quand on en oppoſera de pareils à l'émiſſion de la lumiere, nous ſerons forcés de nous y rendre. Deſcartes qui avoit créé un fluide ſubtil & univerſel pour en remplir l'eſpace, employa par économie ce fluide à produire la lumiere : ſon ſyſtême eſt ſi ſéduiſant ſur ce point, qu'il ſubſiſte encore à côté de l'opinion de Newton. Ces globules élaſtiques, rangés en file, preſſés par une extrémité, & preſſant l'organe par l'autre, expliquoient ſuffiſamment de ſon tems les phénomènes : la lumiere eſt en effet très-élaſtique, on en peut juger par la facilité qu'elle a de rebondir ſur les corps, & de réjaillir dans l'inſtant

(a) *Suprà*, p. 193.

aux plus grandes diſtances ; ſon élaſticité & ſa préſence habituelle pouvoient ſeuls rendre compte des effets, ſi la lumiere étoit réellement inſtantanée. Mais elle ne l'eſt pas, c'eſt une découverte de Roëmer, c'eſt un progrès des connoiſſances depuis Deſcartes ; & quelque rapide que ſoit le mouvement de la lumiere, quelque petit tems qu'elle emploie à venir du ſoleil à nous, des globules parfaitement élaſtiques doivent tranſmettre inſtantanément l'impreſſion reçue (*a*) ; & ce petit tems ne s'accorde pas avec le reſſort exquis des particules de la lumiere. La principale difficulté oppoſée à l'opinion de Newton eſt celle des rayons, partis des différens aſtres ou des différens points du ſoleil, qui peuvent ſe rencontrer, ſe croiſer & ſe confondre dans l'eſpace ; mais cette difficulté a lieu également & pour un rayon lancé qui vient à nous, & pour une impreſſion propagée, qui nous eſt tranſmiſe par une file de globules. Newton dira que l'eſpace eſt ſi grand, & les filets de lumiere ſi déliés, qu'ils peuvent ſuivre leur route ſans ſe rencontrer, & ſe mêler ſans ſe nuire. Le ſon qui ſe répand au moyen d'un fluide toujours préſent autour de nous, ſe propage par des ondes à la maniere des fluides ; il remplit à la fois l'étendue d'une certaine ſphere : mais la lumiere marche en ligne droite, ſuivant les loix du mouvement ſimple des corps ; elle eſt arrêtée, comme eux, par un obſtacle ; elle eſt réfléchie, comme eux, par les ſurfaces ; elle met plus de tems à parcourir plus d'eſpace. On reconnoît donc les loix & les phénomènes de la tranſlation, pourquoi n'y reconnoîtroit-on pas la tranſlation même ? Quels que ſoient les degrés de vaiſemblance de ces deux hypothèſes, quelque parti qu'on

(*a*) *Voyez* l'Encyclopédie, article *émiſſion*, où Monſieur d'Alembert a fait voir que ſur une infinité de cas, il y en a un ſeul où la tranſmiſſion du mouvement par les globules élaſtiques n'eſt pas inſtantanée.

prenne entr'elles, celle de Newton ſemble la plus naturelle & la plus conforme à l'expérience des ſens. La lumiere, ainſi envoyée du ſoleil aux planetes, & repouſſée réciproquement des unes ſur les autres, ſemble devenir un lien univerſel. Les grands corps de l'univers exiſteroient ſolitaires ſans cette correſpondance; c'eſt une eſpece de commerce & d'échange que la nature établit entr'eux: les uns diſpenſent la chaleur & la lumiere, les autres ne donnent que ce qu'ils reçoivent; mais tous s'éclairent, s'avertiſſent de leur exiſtence, & s'aident par des bienfaits mutuels.

On objecte que cette perte continuelle épuiſeroit à la fin la matiere du ſoleil; & pourquoi ne s'épuiſeroit-il pas? Pourquoi, dans les œuvres de la création, ſeroit-il ſeul deſtiné à durer éternellement? Les grandes maſſes doivent ſe détruire comme les petites, il ne leur faut qu'un tems proportionné, & le tems de toutes les deſtructions eſt renfermé dans la durée de la nature. Mais la perte prévue d'un aſtre ſi néceſſaire n'a rien d'effrayant ni de prochain. La lumiere eſt une matiere ſi légere, qu'une petite partie de la maſſe du ſoleil ſuffit pour éclairer toutes les planetes, tous les eſpaces qui lui ſont ſoumis pendant des ſiecles. Qui ſait d'ailleurs s'il n'eſt pas des compenſations aux pertes du ſoleil? Newton a ſoupçonné que les cometes s'approchoient ſans ceſſe de cet aſtre, pour être un jour englouties, & pour fournir un aliment nouveau à ce feu puiſſant, qui étant le principe actif de la nature a éminemment ſa maniere d'agir, ne détruit que pour recompoſer, & ne conſume que pour produire.

§. XLV.

Ces expériences ingénieuſes conduiſirent Newton à des applications utiles. La lumiere eſt notre moyen de voir; Képler

avoit ſenti la néceſſité d'étudier ſa marche, c'eſt Newton qui l'a approfondie. Mais ce premier inſtrument de l'organe de la vue ſe combine dans des inſtrumens plus compliqués, tels que ceux de l'optique, tels que les lunettes compoſées de verres qui livrent paſſage aux rayons, pour les plier, les multiplier, les réunir, & aggrandir les objets en les éclairant davantage. Souvenons-nous que l'aurore ſe peint dans le ciel, que les couleurs naiſſent dans le priſme, parce que la lumiere s'y plie & s'y réfracte. L'objectif de nos lunettes, un verre lenticulaire n'eſt qu'un aſſemblage de petits priſmes, rangés à côté les uns des autres, & diminuant de grandeur depuis le centre du verre juſqu'à ſes extrémités. Chacun de ces petits priſmes produit ſes couleurs; elles ſe rangent en couronne autour des images : & c'eſt la ſource de ces iris, qui depuis l'invention des lunettes ont apporté tant d'obſtacles à leur perfection. La même puiſſance, qui plie les rayons pour augmenter la grandeur des objets, ſépare les filets de ces rayons, & en altérant la blancheur de la lumiere, elle y introduit la confuſion. Ces filets ſe ſéparent, parce qu'ils ſont différemment réfractés dans le verre, le faiſceau s'éparpille & laiſſe voir ſes couleurs. Le défaut paroiſſoit donc attaché à la réfraction ; Newton, avec tout ſon génie, n'y vit point de remede. On ne ſembloit pouvoir éviter ce défaut qu'en évitant la réfraction ; & ce génie, qui avoit toujours des reſſources, trouva le moyen de s'en paſſer, en produiſant cependant les mêmes effets, multiplication des rayons de lumiere & aggrandiſſement des objets. Il employa la réflexion des ſurfaces polies. La lumiere, comme les corps élaſtiques, en tombant ſur ces ſurfaces, ſe réfléchit ſous un angle égal à celui de ſa chûte ; les rayons & leurs filets ſe réfléchiſſent dans le même ordre, les faiſceaux ne ſe décompoſent point, ils conſervent la blancheur qui naît de

de leur union ; & les couleurs, qui ne naiſſent que de leur ſéparation, ne paroiſſent pas. Il ne s'agit donc que de ſubſtituer des miroirs aux verres des lunettes. Newton prit un tuyau dont il ferma une des extrémités, & à cette extrémité fermée il appliqua intérieurement un miroir ſur lequel venoient ſe peindre les objets, au moyen de l'autre extrémité ouverte. Ce miroir d'une forme concave, a la propriété de réunir à quelque diſtance & dans un ſeul point, tous les rayons qu'il reçoit ; une image y eſt formée, & un œil, placé à ce foyer, pourroit conſidérer & groſſir cette image avec une loupe, ſi l'œil pouvoit être introduit dans l'intérieur du tuyau. Il faut donc la lui renvoyer dans un lieu plus commode ; Newton établit à ce foyer un miroir plan & incliné, qui reçoit cette image & la réfléchit vers un trou pratiqué dans les parois du tube ; les rayons ſortent par cette ouverture, & c'eſt là que la loupe ou l'oculaire eſt placé pour ſaiſir ces rayons, groſſir l'objet, & en porter l'image à l'œil qui l'obſerve. Telle eſt la conſtruction du téleſcope de Newton, où l'on ne rencontre plus d'iris & de couleurs, & qui a l'avantage de groſſir autant que des lunettes beaucoup plus longues ; d'où réſulte une grande facilité pour l'uſage. Il eſt aiſé de ſentir que dans les lunettes compoſées de verres, où les filets colorés ſont ſéparés par la réfraction, en groſſiſſant beaucoup, on augmente beaucoup l'intervalle de ces filets, on amplifie l'apparence des couleurs ; dans le téleſcope à miroirs, où il n'y a point de ſéparation, point d'apparence de couleurs, on groſſit preſque à volonté, & juſqu'au terme où l'affoibliſſement de la lumiere produiroit l'obſcurité (*a*).

(*a*) *Suprà*, p. 102.

§. XLVI.

NEWTON n'eſt cependant point le premier auteur de cette idée ; la date de ſon invention eſt vers 1666. Un François (*a*) eut à peu près dans le même tems une idée ſemblable. Jacques Grégori, géometre habile, avoit précédé Newton de trois ans, & le P. Merſenne les avoit dévancés tous de plus de vingt années.

Le P. Merſenne décrit en effet un téleſcope compoſé de miroirs dans ſa catoptrique (*b*) ; mais ce pere étoit prévenu de l'idée de Deſcartes, qu'il étoit eſſentiel de donner aux verres, ou aux miroirs, une autre courbure que la circulaire, pour réunir exactement tous les rayons dans un point. Il ne ſe propoſa que des miroirs paraboliques, ou hyperboliques ; il en oppoſoit deux l'un à l'autre, les rayons tomboient ſur l'un, étoient renvoyés ſur l'autre, d'où ils étoient réfléchis vers l'œil, qui les recevoit par une petite ouverture pratiquée au premier. Mais il n'étoit point aſſez inſtruit de l'optique, pour ſentir qu'il falloit encore ſe ſervir d'un oculaire, ou d'une loupe pour groſſir les images. Auſſi Deſcartes lui objectoit-il que ces téleſcopes n'auroient aucun avantage ſur les lunettes à verres (*c*). Ces téleſcopes avoient d'autres difficultés pour les formes des miroirs que l'art ne pouvoit atteindre. Gregori, qui, comme nous l'avons dit (*d*), remarqua que dans la rigueur géométrique les images ſouffroient une ſorte d'incurvation, voyant que cette incurvation diſparoiſſoit dans les formes paraboliques & elliptiques, inſtruit qu'on n'avoit point réuſſi à donner

(*a*) Nommé Caſſegrain.
(*b*) Propoſ. VII. Encyclopédie, art. *téleſcope*.
(*c*) Lettres au Pere Merſenne XXIX & XXXII, T. III, *in*-12.
(*d*) *Suprà*, p. 254.

ces formes aux verres, imagina de les eſſayer ſur des miroirs.

Un miroir parabolique étoit établi au fond du tube & percé d'un petit trou dans ſon milieu, c'eſt là qu'il plaçoit l'oculaire dont le P. Merſenne avoit cru pouvoir ſe paſſer. Les objets réfléchis par le premier miroir étoient renvoyés ſur un petit miroir elliptique, d'où ils alloient tomber ſur l'oculaire. Le géometre trouva bien cette conſtruction, mais l'art ne le ſervit pas; il ne fut pas plus poſſible de donner la forme parabolique & elliptique aux miroirs qu'aux verres; l'expérience n'aida point la ſpéculation, jamais Gregori ne put parvenir à voir les objets diſtinctement, & ſes idées ingénieuſes, ainſi que celles de Merſenne, furent perdues. Newton réuſſit, parce que c'eſt le propre du génie de tout réduire à des notions ſimples, & de circonſcrire d'abord ſes recherches dans les termes de la poſſibilité. Il n'avoit ni ſupérieur, ni égal en géométrie, cependant il ne s'occupa point de la rigueur mathématique; en concevant l'idée d'employer des miroirs, il ne leur demanda que ce qu'on avoit obtenu des verres lenticulaires; il les aſſujettit les uns comme les autres à la figure circulaire, & il réuſſit à conſtruire lui-même un petit téleſcope de ſix pouces de longueur, qui faiſoit autant d'effet qu'une bonne lunette de trois pieds. Newton, qui ne dût ſans doute ſon idée qu'à lui-même & à une ſuite de ſes conſidérations profondes ſur l'optique, peut donc être regardé comme le véritable inventeur des téleſcopes, parce que ſes idées ont été les plus juſtes & les ſeules exécutées. Ces inventions n'ont de valeur réelle que par la pratique; c'eſt la jouiſſance du public qui donne droit à ſa reconnoiſſance. Le ſuccès de Newton fit revenir ſur les tentatives infructueuſes de Merſenne & de Gregori; mais que fait au monde une idée ingénieuſe dont l'exécution a été impraticable? Le mérite eſt de la rendre

utile en la rendant poſſible, & c'eſt le mérite de Newton. Tout a dépendu de la ſubſtitution des formes circulaires aux formes paraboliques, & cette ſubſtitution appartient à lui ſeul (*a*).

Le petit téleſcope de Newton fut long-tems le ſeul exemple de la poſſibilité de l'invention ; elle fut négligée pendant près de cinquante ans. Enfin en 1719 Hadley conſtruiſit un téleſcope, d'après les principes de Newton ; cet inſtrument, qui avoit cinq pieds de longueur, faiſoit, dit-on, autant d'effet que le bel objectif de cent vingt-trois pieds dont Huygens avoit fait préſent à la ſociété royale, & l'avantage de ce téleſcope ſur les lunettes compoſées de verre fut bien conſtaté. On a perfectionné depuis cet inſtrument, en changeant un peu la conſtruction ; au lieu d'ouvrir le tube par le côté, on perça le miroir du fond, comme l'avoient imaginé Grégori, & avant lui le P. Merſenne. Ce nouveau téleſcope a été nommé gregorien aſſez improprement. Grégori ne ſe ſervoit point de miroirs ſphériques, & ce qu'il a de différent du téleſcope de Newton, appartient autant au P. Merſenne qu'à Gregori ; c'eſt le téleſcope de Newton perfectionné : la pratique a prouvé qu'il a des avantages marqués ; il donne plus de netteté, & permet plus de groſſiſſement.

(*a*) Auſſi-tôt que Newton eut expliqué dans les *Tranſactions philoſophiques*, année 1672, N°. 81 & 82, la conſtruction de ſon téleſcope, Caſſegrain, ce François, dont nous avons parlé, éleva ſa réclamation dans le Journal des ſavans. Il prétend avoir imaginé ce téleſcope avant que l'invention de Newton eût paſſé la mer ; mais ces réclamations ſont toujours tardives. Sa conſtruction eſt ſemblable à celle de Gregori, excepté qu'il n'emploie, comme Newton, que des miroirs ſphériques ; & le petit miroir, au lieu d'être concave, eſt convexe ; les objets y ſont renverſés. Ce téleſcope peut groſſir un peu plus, & eſt plus court que celui de Gregori ; il ſemble donc avoir quelque avantage, & cependant on n'en a jamais tenté l'exécution. Caſſegrain s'eſt contenté de faire valoir ſes droits à l'invention, & n'a pas été aſſez jaloux de ſon idée pour la porter à l'exécution.

§. XLVII.

Toutes ces découvertes ſur la lumiere, & celle du téleſcope furent publiées les premieres ; Newton en donna du moins une idée en 1671 & 1672 dans les Tranſactions philoſophiques, mais des objections prématurées le chagrinerent, il ſe repentit de s'être montré, & il ſe renferma dans ſes ſpéculations. Ce n'eſt point que la critique lui fît peur, le poſſeſſeur de tant de vérités de théorie & d'expérience ne pouvoit redouter l'examen, mais il craignoit les querelles qui fatiguent ſans éclairer, & la perte du tems & du repos. Ce ne fut qu'en 1686 que vaincu par les ſollicitations de Halley, il conſentit à ſe dévoiler tout entier, & à faire au monde ſavant le beau préſent des *Principes mathématiques de la philoſophie naturelle ;* livre en effet mathématique, puiſque tout y eſt rigoureuſement démontré ; livre philoſophique, puiſque la raiſon en a dicté toutes les pages. C'eſt une philoſophie naturelle qui inſtruit les hommes, ce ſont les phénomènes & les faits de la nature qui en ont révélé les principes. Sans doute il a bien fallu que les découvertes de Newton fuſſent préparées ; on ne conſtruit pas un vaſte édifice ſans matériaux amaſſés. Dans la partie phyſique du ſyſtême, des vues particulieres ont pu conduire aux vues générales. Gilbert avoit comparé la terre à un aimant, Képler regarda le ſoleil comme un aimant plus actif encore ; il lui donna une vertu motrice diminuée par l'augmentation de la diſtance, & il fit de cette vertu un des reſſorts du mouvement. Hook prononça le nom d'attraction ; il penſa qu'elle étoit univerſelle, & il en demanda les loix. Relativement aux faits & aux principes de théorie, Képler avoit donné les trois loix du mouvement des corps céleſtes, Galilée celle de la chûte des graves, Deſcartes

avoit annoncé la force centrifuge, Huygens en avoit établi les principes & les variations : tels ſont les degrés qui ont élevé Newton ; c'eſt ainſi que l'eſprit d'un ſiecle ſe compoſe de l'eſprit des ſiecles précédens. Mais les ſiecles paſſés ont laiſſé des erreurs comme des vérités, il faut une raiſon excellente pour ne prendre dans ce mélange que les faits vrais, & un génie puiſſant pour appeler tous les faits dont on a beſoin dans un grand deſſein. Le choix & l'emploi des faits eſt la premiere marque de ſupériorité, & l'homme, parti avec ces ſecours, décele ſa force par le chemin qu'il a fait. Jamais homme n'a parcouru tant d'eſpaces dans la ſphere de nos connoiſſances, & en étendant les limites de cette ſphere, n'a mieux montré le pouvoir de l'eſprit humain ! C'eſt un beau ſpectacle que celui de voir Newton applatiſſant la terre d'abord fluide, preſcrivant la forme qu'elle a dû recevoir de l'équilibre, & calculant le pouvoir des aſtres ſur les eaux de ſa maſſe conſolidée, enchaînant ces aſtres mêmes à un centre immobile par une force toujours renaiſſante, par une force dont tous les corps ſont animés, expliquant tous les phénomènes de la nature, & remontant à travers la foule de ces phénomènes pour arriver à la cauſe ſimple & unique d'où ils ſont dérivés. Quelle ſupériorité de l'eſprit humain, & en même tems quel homme que Newton ! Quelle diſtance de lui à ſes grands précurſeurs, tant pour l'univerſalité que pour la juſteſſe des idées ! chez la plupart l'humanité s'eſt décélée par des chûtes, leur gloire a été tachée par quelques erreurs ; Newton n'a produit que des vérités.

§. XLVIII.

Newton eſt auſſi ſingulier par le caractere de ſon génie que par ſes ſublimes découvertes ; c'étoit un or ſans alliage,

& parfaitement pur. Le génie, par ſa nature, eſt ardent, paſſionné, il ſemble que ce ſoit le beſoin du mouvement qui lui faſſe prendre l'eſſor. Celui de Newton fut grand, ſans paſſion, & tranquille ſans rien perdre de ſon activité. On voit que ſes penſées ont dû ſe développer avec ordre, & s'enchaîner avec régularité. Il ne fait point d'effort pour atteindre les vérités, il ſe ſert de l'une pour ſaiſir l'autre; & lorſque tous les hommes qui ont tenté d'approfondir les cauſes, qui ont cherché la gloire dans les découvertes, donnent l'idée de mouvement & de courſe incertaine par leurs écarts & par leurs chûtes, Newton nous donne l'idée d'un obſervateur immobile qui voit ſucceſſivement ſe développer le ciel entier tournant autour de lui. tout ce que les hommes cherchent avec tant de peine & d'effort, eſt venu s'offrir de ſoi-même. Le génie de Newton ſemble ne lui avoir ſervi qu'à le tranſporter au centre de la nature, au point où aboutiſſent tous les rayons de la vérité; là il a été ſpectateur, & il a raconté ce qu'il a vu.

La ſimplicité de Newton, ſa modeſtie, naiſſoient de ſa ſupériorité; on s'en étonne en conſidérant cette ſupériorité même! Les hommes de cet ordre font facilement des choſes difficiles, comment admireroient-ils des œuvres qui leur ont ſi peu coûté? Ce n'eſt point un paradoxe de dire que la vanité ne naît point de la facilité du travail & de la rectitude des idées, il faut avoir eu ſouvent tort pour s'enorgueillir d'avoir raiſon. Les hommes ne s'aplaudiſſent que quand ils ſont ſurpris de leurs productions : ils attachent un grand prix au fruit des efforts pénibles; l'orgueil eſt le ſentiment de la médiocrité & l'aveu de notre foibleſſe.

Ce qui contribue à nous faire croire que les découvertes de Newton ont été auſſi faciles qu'elles ſont ſublimes, c'eſt le peu de ſoin qu'il a mis à s'en aſſurer la poſſeſſion. L'humeur, les

jalouſies, les haînes qui terniſſent quelquefois la gloire des ſavans, ſont peut-être la meſure de leurs peines & de leurs veilles ; on regrette de perdre les choſes a raiſon de leur prix plutôt que de leur valeur. Lorſque Newton eut trouvé l'expreſſion de la rectification générale des courbes, il vit avec indifférence paroître l'ouvrage où Mercator donna la quadrature particuliere de l'hyperbole ; il ne ſe preſſa point de publier le ſien ; il s'en défendit même en diſant qu'on étoit ſur la voie de cette découverte, que Mercator, ou d'autres à ſa place trouveroient ce qui reſtoit à découvrir. Les premieres réclamations que produiſirent ſes idées ſur la lumiere & ſur l'optique, lui firent renfermer pendant trente ans cet ouvrage vraiment original & plein de génie. La diſpute relative à l'invention du calcul différentiel que Leibnitz peut partager avec lui, le chagrina vivement, plus comme perte de repos que comme diminution de gloire, mais il ne répondit jamais ; ce furent ſes diſciples & ſa patrie qui répondirent pour lui. Newton avoit l'ame d'un ſage pour qui le repos eſt le premier des biens ; la contemplation de la nature demande ce repos auſſi-bien que la jouiſſance de la vie. Quelles ames pour s'occuper de ces grands objets de l'univers & de la nature, que celles qui ſont toujours ouvertes aux petits intérêts de gloire & de fumée, qui ſont toujours troublées par des orages, lorſque l'étude a beſoin de calme & de ſilence ! Le tems ſe perd dans ces diſtractions honteuſes, le génie ſe conſume & la vérité lui échappe. Newton deſiroit ce repos, parce qu'il connoiſſoit le véritable emploi du tems ; il mépriſa la gloire, qui le ſuivit malgré lui & qui reſte éternellement attachée à ſon ombre ; il acquit la paix, la tranquillité de la vie par cette heureuſe indifférence, & ſur-tout par la vertu qui eſt le premier & le plus sûr de tous les moyens.

§. XLIX.

§. XLIX.

Newton avoit toute ſa gloire au terme de la moitié de ſon âge, il employa l'autre moitié à ſervir ſa patrie ; des emplois importans l'éloignerent des ſciences : nous avons pu le placer tout entier à l'époque où nous ſommes. Il paſſa le reſte de ſa vie à recueillir le fruit de ſes travaux, à jouir d'une eſtime & d'une admiration qui furent univerſelles. On le combla de biens & d'honneurs, qui ne valent pas cette eſtime & cette admiration, & qui honorent moins encore l'homme qui les reçoit que la nation qui les donne. L'éloge des Anglois ſe trouve néceſſairement lié à celui de Newton : cette nation a également le diſcernement du mérite & la conſtance de l'admiration ; chez elle le génie a un rang & devient l'objet d'un hommage durable. Newton, peut-être le génie le plus rare de toutes les nations & de tous les ſiecles, excita un enthouſiaſme général ; ſa philoſophie étoit celle de l'Angleterre, tous les grands hommes étoient ſes diſciples. Le peuple des ſavans, plus libre encore chez un peuple libre, l'avoit choiſi pour chef ou pour dictateur ; & la nation lui rendoit une eſpece de culte. Ce grand homme montra encore ſa ſupériorité en conſervant ſa modeſtie, elle ne l'abandonna jamais ; ſa raiſon ne fut point troublée par le concert de tant de ſuffrages illuſtres, il poſſéda toujours ſon ame ; il fut toujours auſſi grand par elle que par ſes talens : après avoir long-tems joui de ce que les hommes ont de plus cher, la vertu & la gloire, il s'endormit à quatre-ving-cinq ans dans la paix qu'il avoit cherchée, & dans cet âge avancé, qui ſemble être la récompenſe de la vertu, & la ſuite du calme de la vie.

On expoſa, comme les Rois, aux regards publics le grand homme qui n'étoit plus, & qui devoit à jamais honorer ſa

patrie. Le grand Chancelier & cinq autres Pairs d'Angleterre porterent le poële du cercueil. Ces honneurs, accordés par la juſtice, devroient être du moins répétés par la politique; quand on honore un grand homme par ces funérailles, il peut renaître de ſes cendres : tout un peuple ſe rend attentif à ſa gloire; il eſt enflammé par la récompenſe, & il demande qu'on lui ouvre la voie où il peut l'obtenir. Newton étoit digne d'un enthouſiaſme ſi juſte & d'honneurs ſi rares. Peut-être le haſard l'a-t-il auſſi-bien ſervi que la nature, en le plaçant dans des circonſtances de tems où les connoiſſances amaſſées étoient en proportion avec ſon génie; il eſt poſſible que ces circonſtances heureuſes ayent permis à ſon génie de ſe déployer & de ſe montrer entier; mais dans aucun genre, aucun homme n'a eu une ſupériorité plus grande! Si, comme Platon l'a penſé, il exiſtoit dans la nature une échelle d'êtres & de ſubſtances intelligentes juſqu'à l'Être ſuprême, l'eſpece humaine défendant ſes droits, auroit une foule de grands hommes à préſenter; mais Newton, ſuivi de ſes vérités pures, montreroit le plus haut degré de force de l'eſprit humain, & ſuffiroit ſeul pour lui aſſigner ſa vraie place.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE TREIZIEME.

Recherches, Obſervations relatives aux planetes, & Progrès de l'Aſtronomie depuis les découvertes de Newton, ou depuis 1687 juſqu'en 1730.

§. Premier.

Le livre des Principes mathématiques de la philoſophie naturelle étoit deſtiné à faire une révolution dans l'aſtronomie, mais cette révolution ne ſe fit pas tout-à-coup. La lumiere céleſte n'eſt pas inſtantanée, les lumieres de l'eſprit, qui ſe diſtribuent avec inégalité, qui trouvent des obſtacles, ont beſoin d'un tems pour les vaincre & pour ſe répandre. Newton étoit dans une ſphere ſi haute, que peu d'hommes pouvoient l'entendre; il a fallu l'étudier lui-même, comme il avoit étudié la nature devinée par ſon génie. Il a fallu que

quelques diſciples ſoient montés près de lui pour prendre ſes enſeignemens, pour développer ſes principes & ſes démonſtrations. Certaines vérités ont beſoin d'être répétées; les connoiſſances deſcendent, ou plutôt les eſprits s'élevent : il eſt pour eux une eſpece de niveau, comme pour les eaux; mais ce niveau de connoiſſances ne s'établit qu'avec une lenteur extrême. Depuis un ſiecle l'aſtronomie avoit fait de grands progrès par les travaux de Tycho, de Képler, de Galilée, de Bouillaud, d'Hévélius & de D. Caſſini. Les cauſes du mouvement, le mécaniſme de l'univers étoient reſtés long-tems inconnus; Newton parut, il fit un pas de géant, & tout-à-coup la connoiſſance des cauſes fut plus avancée que celle des faits. Il falloit donc multiplier les obſervations & amaſſer des faits : il falloit ſe mettre en état de conſtruire des Tables des mouvemens céleſtes, qui fuſſent auſſi exactes que les déterminations de Newton; car ſi ſon ſyſtême eſt la nature, on ne doit le comparer qu'à une nature bien connue. Les Tables Rudolphines de Képler vieilliſſoient, elles s'écartoient du ciel (*a*); le tems montroit leurs défauts, & la préciſion des nouveaux inſtrumens permettoit d'examiner le ciel de plus près. Les Tables Carolines de Street, conſtruites avant l'invention de ces inſtrumens, ne pouvoient avoir ni plus d'exactitude, ni plus de durée; il falloit donc s'occuper d'une réforme devenue néceſſaire. Ce fut l'objet des travaux de Flamſteed & de Halley en Angleterre, & en France de D. Caſſini, aidé de Jacques Caſſini ſon fils, de Maraldi ſon neveu, & de la Hire, qui marchoient ſur ſes pas, enflammés par ſon exemple, & guidés par ſes inſtructions.

(*a*) Mém. Acad. Scien. Tom. X, p. 142.

§. II.

La Hire & Maraldi examinerent les mouvemens de Jupiter; la Hire trouva que le lieu de l'aphélie dans les Tables Rudolphines n'étoit pas aſſez avancé (*a*); Maraldi reconnut que les Tables de Bouillaud avoient beſoin d'une correction ſemblable. La longitude des aphélies eſt comptée du point de l'équinoxe du printems; & puiſque l'équinoxe rétrograde, il faut bien que ces aphélies paroiſſent avancer. Mais leur progreſſion ne doit pas ſurpaſſer cette rétrogradation, & comme elle étoit plus grande, il s'enſuit qu'ils avoient un mouvement propre, par lequel ils s'avançoient lentement le long de l'écliptique. Les nœuds de l'orbite de Jupiter ſur cet écliptique doivent, en conſéquence de la rétrogradation des équinoxes, paroître s'avancer comme les aphélies. Maraldi compara la poſition des nœuds, déduite d'une obſervation chaldéenne faite trois ſiecles avant notre ère, à la poſition moderne de ces mêmes nœuds; en 1934 ans ils devoient avoir avancé de vingt-ſept degrés, ils n'avoient avancé réellement que de douze degrés & demi; ils avoient donc rétrogradé de quatorze degrés & demi par un mouvement qui leur étoit propre (*b*). Maraldi ſe contenta de donner ces réſultats, & ne ſe preſſa pas d'en tirer des concluſions. La Hire ſoupçonnoit que ces nœuds pouvoient avoir un balancement ſemblable à celui qui avoit été obſervé dans les nœuds de la lune (*c*). Le mouvement progreſſif de l'aphélie

(*a*) Elles annoncerent un paſſage de Mercure ſur le Soleil pour le 6 Mai 1674. Ce paſſage n'eut point lieu, il arriva peut-être la nuit, *Ibid.* Tom. I, p. 119.

(*b*) Mém. Acad Scien. 1706, p. 61.

(*c*) *Ibid.* p. 485.

Le même la Hite compara en 1691 la poſition des nœuds de Vénus, à leur poſition déterminée par Horrox en 1639. Ces nœuds n'avoient pas avancé de 41', comme ils l'auroient dû faire, ſelon les Tables Rudolphines, ils avoient plutôt rétrogradé de 3 à 4'. (*Mém. Acad. des Scien.* Tom. X, p. 145). Comme cette quantité n'étoit pas déciſive,

n'étoit encore bien conſtaté que pour la lune. Albategnius avoit indiqué le mouvement de l'apogée du ſoleil, ou de l'aphélie de la terre; Newton, qui ne trouva rien de certain à cet égard dans les déterminations aſtronomiques, qui douta ſi les maſſes des planetes étoient aſſez fortes pour agir ſenſiblement les unes ſur les autres, établit que les aphélies & les nœuds des planetes étoient en repos (*a*). Les déterminations de Maraldi relativement à l'aphélie & au nœud, montrant dans l'un un mouvement progreſſif, & dans l'autre un mouvement rétrograde, comme la théorie de Newton le demande, indiquoient l'univerſalité de la gravitation.

Quant au moyen mouvement de la planete de Jupiter, Maraldi remarqua que dans l'intervalle de quatre-vingt-trois années complettes Jupiter & le Soleil, vus de la Terre, reviennent au même point (*b*) du ciel. Mais pour examiner la juſteſſe de cette période, pour connoître exactement le moyen mouvement de la planete, il faut, comme nous l'avons dit, comparer des obſervations éloignées, qui renferment dans leur intervalle un grand nombre de révolutions; Maraldi avoit ſes propres obſervations & celles de ſes contemporains, qu'il

---

on les crut immobiles. Quant à Mercure, en examinant certains paſſages de cette planete ſur le Soleil, on trouvoit un mouvement direct des nœuds; d'autres le donnoient un peu rétrograde (*Ibid.* p. 422). D. Caſſini en 1697 ſe détermina à les regarder comme rétrogrades, mais non pas conſtamment; il y ſuppoſoit une ſorte de balancement (*Ibid.* p. 215). Ces mouvemens étoient ſi petits, les obſervations ſi rares, qu'on avoit bien de la peine à établir quelque choſe de certain. Cependant on peut remarquer que toutes les déterminations ſe rapprochoient de la théorie, qui montre que le mouvement des nœuds doit être rétrograde.

(*a*) Principes mathématiques, Liv. III, Prop. 14.

Cependant Newton a prévenu les déterminations aſtronomiques, & a calculé quel pourroit être le mouvement des aphélies de Mars, de Vénus & de Mercure, en conſéquence de l'action de Jupiter & de Saturne ſur ces trois planetes. Comme les maſſes de Mars, de Vénus & de Mercure ne ſont pas connues, il n'a pu calculer leur réaction ſur Jupiter, pour faire avancer ſon aphélie. Les mouvemens obſervés par Maraldi prouvoient que ces maſſes, quoique petites, avoient encore un effet ſenſible.

(*b*) Mém. de l'Acad. des Scien. an. 1710, p. 514.

pouvoit comparer aux obſervations de Tycho, déjà éloignées de plus d'un ſiecle, à d'autres obſervations faites au commencement du ſixieme ſiecle, & enfin aux obſervations chaldéennes faites trois ſiecles avant notre ère. Il trouva que le moyen mouvement de Jupiter étoit alors plus rapide qu'il ne le fut jadis (*a*).

§. III.

MARALDI examina enſuite la théorie de Mars; il ne fit que quelques légeres corrections aux élémens établis par Képler dans ſes Tables Rudolphines. Ce grand homme avoit employé tant d'efforts & conſumé tant d'années pour cette planete, qu'il étoit naturel que ſa théorie fût plus exacte (*b*). Cette planete n'annonça point de dérangement ſenſible; il n'en eſt pas de même de Saturne, qui fut étudié & ſuivi avec le même ſoin. Flamſteed remarqua en 1683, que la période, qui ramene les conjonctions de Jupiter & de Saturne au même point du ciel, eſt plus longue que Riccioli ne le ſuppoſe. Riccioli ne la faiſoit que de 795 ans; Flamſteed la trouve de 853 (*c*). Maraldi s'étoit apperçu en 1704 d'un ralentiſſement dans le mouvement de Saturne (*d*), Horrox l'avoit même ſoupçonné avant lui (*e*); Jacques Caſſini entreprit en 1728 de comparer les obſervations anciennes & modernes, pour en déduire les moyens mouvemens & la théorie de cette planete. Il réſulte

(*a*) Mém. de l'Ac. des Scien. année 1718, p. 318.

Horrox avoit déjà remarqué que le moyen mouvement de Jupiter étoit trop lent dans les Tables Rudolphines de Képler (*Lettres à Crabtrée*, 3 Juin 1637, p. 289) Mais ſans doute qu'il regardoit ce changement comme une correction des Tables, plutôt que comme une accélération réelle du mouvement de la planete.

(*b*) *Ibid.* année 1706, p. 66.

(*c*) Tranſac. phil. 1683, N°. 149.

(*d*) Mém. Acad. Sc. 1704, p. 306.

(*e*) Lettre d'Horrox à Crabtrée, 14 Septembre 1639, p. 325.

Tranſact. philoſ. an. 1683, N°. 149.

de ce travail que l'aphélie de Saturne avance par un mouvement qui lui eſt propre, comme l'aphélie de Jupiter; ce qui confirme toujours la théorie de l'attraction. Il en réſulte encore que le mouvement de Saturne paroît ſe ralentir (*a*), comme Maraldi l'avoit déjà obſervé. Ce ralentiſſement de Saturne & l'accélération de Jupiter offroient un phénomène bien ſingulier, un phénomène entiérement nouveau dans la phyſique céleſte. Qu'auroient dit les anciens qui atribuoient aux aſtres tant de regle & de ſageſſe, & ſur-tout de conſtance? Les partiſans de Deſcartes ſuppoſoient que les tourbillons de ces planetes ſe gênent mutuellement en gliſſant l'un ſur l'autre; les partiſans de Newton reconnoiſſent avec raiſon l'effet de l'attraction univerſelle. Il étoit impoſſible que les deux plus groſſes maſſes de notre ſyſtême après le ſoleil, que ces deux planetes dont les cercles ſont voiſins, qui ne ſe ſéparent dans leurs révolutions que pour ſe rejoindre au bout de vingt ans, n'euſſent pas une influence ſenſible l'une ſur l'autre, ſoit pour accélérer, ſoit pour rallentir leurs mouvemens. Cependant il faut avouer que quelques obſervations modernes ſe refuſoient au ralentiſſement de Saturne. Jacques Caſſini, par une timidité qui eſt prudence, n'oſa prononcer trop tôt ſur ce phénomène nouvellement apperçu : il fit comme tout homme ſage, qui manque de données ſuffiſamment sûres, il établit un

(*a*) Mém. Acad. Scien. an. 1728, p. 67. Le même Jacques Caſſini avoit examiné toutes les méthodes employées par ſon pere & par tous les aſtronomes, pour trouver dans l'orbite des planetes les points de leurs aphélies & de leurs périhélies (*Ibid.* 1721, p. 143). En 1728 il propoſa une méthode plus générale, qui ne ſuppoſe point une ellipſe, pourvu que quelle que ſoit la courbe décrite, le mouvement ſoit ſemblable de part & d'autre de l'aphélie, avec des variations égales de viteſſe. On ſuppoſe ſeulement qu'on connoiſſe le mouvement moyen. Alors, comme le mouvement vrai eſt le plus lent dans l'aphélie, le plus vîte dans le périhélie, il ne s'agit que de choiſir dans un grand nombre d'obſervations celles où le mouvement s'eſt écarté le plus du moyen mouvement, ſoit en excès, ſoit en défaut. Ces inſtans & les lieux obſervés donnent les points du périhélie & de l'aphélie. (*Ibid.* 1728, p. 67.

mouvement

mouvement moyen entre le plus vîte & le plus lent ; il dénonce l'irrégularité aux aſtronômes, pour qu'ils ſoient attentifs à obſerver Saturne dans les circonſtances favorables, & il laiſſe à l'avenir le droit de juger la queſtion.

§. IV.

De tous les phénomènes de Saturne, les plus ſinguliers ſont ceux que préſente ſon anneau : ils avoient été inexplicables juſqu'à Huygens, qui déchiffra cette énigme ; ſon hypothèſe fut univerſellement admiſe. Maraldi en 1714 développa dans le plus grand détail cette explication. Il devoit y avoir cette année une diſparition de l'anneau ; on ſe prépara à l'obſerver. Les deux anſes diminuerent également de largeur, juſqu'au premier Octobre que l'anſe occidentale parut plus étroite ; d'où Jacques Caſſini conclut que les deux anſes ne ſont pas dans le même plan. En effet ſi l'œil eſt inégalement élevé au-deſſus d'elles, une plus grande élévation doit faire appercevoir dans la plus baſſe une partie plus large de l'anneau. Succeſſivement les anſes ſe raccourcirent, le 9 elles étoient réduites à moitié. Comme l'anneau eſt double, on jugea que la partie antérieure, moins éclairée (*a*), avoit diſparu la premiere. Le 12, l'anſe orientale, celle qui le premier Octobre avoit paru la plus large, n'étoit plus viſible ; il ſemble qu'elle auroit dû diſparoître la derniere, à moins qu'elle n'eût changé de côté par un mouvement de rotation de l'anneau. Le 14 Saturne parut entiérement rond.

De cette obſervation, comparée aux obſervations précédentes, Maraldi conclut que les nœuds de l'anneau étoient dans le 19° 45′ de la Vierge & des Poiſſons, & que Saturne

(*a*) *Suprà*, p. 402.

parcouroit 1° 7′ c'eſt-à-dire, 33′ & demie de part & d'autre autour de ce point pendant que l'anneau étoit inviſible. Les anſes doivent donc ceſſer de paroître pendant un mois environ que Saturne emploie à parcourir cet eſpace.

Huygens n'avoit montré que deux cauſes pour la diſparition de l'anneau : celle où ſon plan prolongé paſſe par le ſoleil, où l'anneau n'eſt éclairé que par ſon épaiſſeur ; & celle où ce plan, également prolongé, paſſe par la terre, & où nous ne pouvons voir que l'épaiſſeur trop petite pour être apperçue. Maraldi découvrit une troiſieme cauſe, c'eſt lorſque le plan de l'anneau prolongé paſſe entre le ſoleil & nous. Le ſoleil éclaire une ſurface de l'anneau, tandis que nous ne pouvons regarder que l'autre (*a*). Cette circonſtance n'eſt pas préciſément une cauſe de nouvelle diſparition ; mais l'inviſibilité, qui a lieu lorſque la terre paſſe par le plan de l'anneau, ſe prolonge & ſubſiſte juſqu'à ce que la terre ſe ſoit élevée au deſſus de ce plan, & du côté éclairé par le ſoleil.

Le 10 Février 1715 les anſes reparurent (*b*), parce que le plan de l'anneau ne paſſoit plus par le ſoleil, qui commençoit déjà à éclairer une des ſurfaces, mais par des rayons très-inclinés. Maraldi a calculé que ce jour-là le centre du ſoleil n'étoit élevé ſur le plan de l'anneau que de huit minutes ; la lumiere envoyée à ce plan & réfléchie vers nous étoit déjà ſenſible. *Si*

(*a*) Soit (*fig.* 34) la Terre en T, & Saturne en S, le plan de l'anneau SP paſſant par le Soleil A, alors les anſes ne ſont pas viſibles. Soit, quelque tems après, la Terre en t & Saturne en K, le Soleil éclaire l'anneau par le rayon AN, & les anſes reparoiſſent. Cependant la Terre s'avançant dans ſon orbite & paſſant en R, ſe trouve dans la prolongation du plan de l'anneau KN, & les anſes diſparoiſſent de nouveau. Elles reſtent inviſibles, non ſeulement parce que la Terre en R ne peut voir que l'épaiſſeur de l'anneau, mais encore elles demeurent inviſibles tant que la Terre, en conſéquence du mouvement de Saturne & du ſien, n'a pas atteint & dépaſſé la ligne KRX, pour pouvoir conſidérer la ſurface KN, qui eſt éclairée par le Soleil

(*b*) Mém. de l'Acad. des Scien. an 1715, p. 11.

l'on conſidere, ajoute-t-il, *le peu de lumiere que l'anneau pouvoit recevoir du ſoleil, en conſéquence de cette petite élévation, & les eſpaces preſque immenſes du ciel, par leſquels il faut que cette lumiere paſſe, pour aller du ſoleil éclairer l'anneau qui, eſt l'objet le plus éloigné de notre ſyſtême, & revenir de là juſqu'à nous, pour rendre les anſes viſibles; ſi l'on fait attention que le diſque du ſoleil paroît à Saturne cent fois plus petit qu'à la terre, on en pourra conclure la force prodigieuſe de la lumiere du ſoleil, & la diſpoſition de la matiere propre de l'anneau à nous la renvoyer (a).*

Les anſes, après avoir repris quelque lumiere, ſe retrécirent juſqu'au 21 Mars qu'on les vit difficilement. Le 22 l'anſe orientale étoit diſparue la premiere comme le 12 Octobre, ce qui confirma les conjectures de Jacques Caſſini. Le 23 Mars Saturne parut rond, & reſta ſans anſes juſqu'au 12 Juillet que l'anſe occidentale parut, l'orientale étant à peine viſible. Le phénomène, qui fait paroître plutôt & diſparoître plus tard cette anſe, nous paroît trop conſtant pour dépendre d'une rotation de l'anneau. Il ſeroit ſingulier que cette rotation ſe combinât avec toutes les autres circonſtances de la diſparition & de la réapparition, de maniere à préſenter toujours la même apparence. Il ſeroit peut-être plus naturel de croire que les deux anſes, les deux côtés de l'anneau ne ſont pas également propres à réfléchir la lumiere. M. Meſſier, dans la diſparition du mois d'Octobre 1773, a vu les anſes amincies ſe réduire à une ſuite de points lumineux & ſéparés. Nous les avons vues comme lui; ces points de lumiere étoient vifs, blanchâtres, ſcintillans, ſemblables aux étoiles de la ſeptieme grandeur, vues avec de bonnes lunettes (*b*). Ces points brillans ſont

(*a*) Mém. Acad. Scien. 1716, p. 172. (*b*) *Ibid.* 1773, p. 242, & 1774, p. 49.

ſemblables à ceux qu'on obſerve dans la lune, ce ſont des inégalités de la ſurface de l'anneau, ce ſont des montagnes qui perdent plus tard & reçoivent plutôt la lumiere. Il ne faut donc ſuppoſer que plus de ces aſpérités dans une des anſes, pour expliquer comment on peut la perdre plus tard de vue, & la revoir plutôt.

§. V.

En même tems qu'on obſervoit ainſi le mouvement des planetes, & les phénomènes de leurs apparences, on inventoit de nouvelles méthodes, ſoit pour obſerver, ſoit pour tirer le réſultat des obſervations par le calcul. Halley en 1695, donna une méthode ſimple & exacte pour déterminer le tems des ſolſtices; il remarqua qu'environ cinq jours avant & après ces termes de la courſe ſolaire, l'accroiſſement ou la diminution de l'ombre méridienne du ſoleil, eſt comme le quarré du tems écoulé depuis l'inſtant du ſolſtice. Le rapport peut donc être repréſenté par une parabole. Halley n'a beſoin que de trois obſervations de la longueur de l'ombre, & il en tire une ſolution facile du problême. Cette méthode a cela de commode, qu'on n'a pas beſoin d'un gnomon dreſſé exprès; l'ombre d'un bâtiment, d'une tour ſuffit. On ne s'embarraſſe ni de la hauteur du bâtiment, ni de la longueur de l'ombre; la méthode ne demande que les différences de cette longueur aux environs du ſolſtice (*a*). En 1714 M. Deliſle le jeune propoſa une méthode qui a quelque reſſemblance avec celle-ci. Le chevalier de Louville venoit d'adapter le micrometre aux lunettes des inſtrumens d'aſtronomie; mais ces

(*a*) Tranſactions philoſophiques année 1695, N°. 215.

inſtrumens n'ont pas une grandeur ſuffiſante pour rendre très-ſenſibles les petits changemens de la hauteur méridienne du ſoleil au tems des ſolſtices. M. Deliſle ſe ſervit d'une ſimple lunette garnie d'un micrometre, dirigée & fixée à la hauteur ſolſtitiale du ſoleil ; c'étoit un inſtrument dont on pouvoit augmenter la grandeur & la puiſſance preſque à volonté. On n'avoit pas beſoin de quart de cercles, puiſque le micrometre ſuffiſoit pour meſurer les petits changemens de la hauteur (*a*). Ces méthodes avoient pour objet de perfectionner la détermination toujours difficile du tems des ſolſtices. On n'avoit alors que les obſervations des ſolſtices & des équinoxes (*b*), & celle des hauteurs méridiennes du ſoleil (*c*) pour déterminer ſa longitude, & ſon mouvement néceſſaire à la connoiſſance de tous les autres.

Flamſteed trouva le moyen de ſe paſſer de l'obſervation directe des ſolſtices & des équinoxes, & il imagina une méthode auſſi ingénieuſe qu'elle eſt utile. Le ſoleil au tems du ſolſtice, eſt à ſa plus grande diſtance de l'équateur, & s'en

---

(*a*) Mém. Acad. des Scien. année 1714, p. 239.

Le même Deliſle inventa en 1719 la méridienne filaire. La méridienne marquée par une ligne tracée ſur le planchet, ne permet jamais que des obſervations incertaines. L'attouchement de l'image ſolaire eſt difficile à décider, à cauſe de la pénombre qui entoure cette image. M. Deliſle imagina d'étendre un fil dans la direction de la méridienne. On tient à la main un papier ſur lequel on reçoit l'image du ſoleil, le moment où l'ombre du fil paroît ſur le papier eſt celui du premier attouchement, le moment où elle diſparoît eſt celui du ſecond, & le milieu de l'intervalle eſt très-préciſément le moment de midi, ou du paſſage du centre du ſoleil au méridien (*Ibid.* 1719, p. 54.)

(*b*) D. Caſſini imagina une méthode pour trouver la différence des méridiens. L'équinoxe arrive au même inſtant par toute la terre, ſauf la différence des méridiens. En obſervant dans deux lieux différens la hauteur méridienne la plus proche de l'équinoxe, on pourra conclure à quelle heure l'équinoxe y eſt arrivée, & la comparaiſon des heures comptées dans les deux lieux, donnera la différence des méridiens. Une ſeconde d'erreur dans la hauteur répond à une demi-heure de tems. En tépérant ces déterminations, on pourroit avoir un peu plus d'exactitude. Caſſini combinoit les obſervations de l'automne avec celle du printems, il trouvoit le moyen de ſe paſſer de la réfraction, de la parallaxe & de la hauteur du pôle, il ne ſe trompa que de 10″ ſur la longitude de Cayenne (*Mém. Acad. des Scien.* Tom. VIII, p. 95). Mais pour donner cette exactitude, la méthode avoit beſoin de toute l'habileté de D. Caſſini.

(*c*) *Supra*, T. I, p. 498.

rapproche par des pas ſemblables, & dans des intervalles égaux pour le tems; avant ou après le ſolſtice il eſt également éloigné de ce cercle. Si deux mois avant le ſolſtice d'été il a douze degrés de déclinaiſon boréale, on peut être sûr que deux mois après le même ſolſtice il aura encore préciſément douze degrés de déclinaiſon boréale. Fondé ſur ce principe, voici ce que Flamſteed a fait : il a choiſi une belle étoile pour lui ſervir de point fixe & de terme de comparaiſon; & lorſque le ſoleil s'élevant vers le ſolſtice d'été, eſt arrivé à la déclinaiſon & à la hauteur de cette étoile, Flamſteed a obſervé à ſon mural, leur différence d'aſcenſion droite. Le moment où cette égalité de déclinaiſon a lieu n'eſt pas toujours préciſément celui où le ſoleil paſſe dans le méridien, mais en répétant ces obſervations pluſieurs jours de ſuite à midi, & en obſervant les petites différences de déclinaiſon, on détermine l'inſtant où cette différence a été nulle, & où le ſoleil étoit préciſément dans le parallèle de l'étoile, c'eſt-à-dire, à la même diſtance de l'équateur. Flamſteed laiſſe enſuite le ſoleil achever ſon cours & s'élever vers le zenith; il attend que cet aſtre redeſcende, & atteigne de nouveau le parallèle de l'étoile; il en marque l'inſtant par des obſervations pareilles aux premieres, & le milieu de l'intervalle de ces deux inſtans eſt le tems du ſolſtice déterminé avec beaucoup de préciſion, le tems où le ſoleil eſt à 90 degrés du Bélier, d'où l'on compte ſa longitude. On a en même tems l'aſcenſion droite & la déclinaiſon du ſoleil au moment des deux obſervations, qui ont précédé & ſuivi le ſolſtice. On peut en conclure ſa longitude, & comme le ſoleil, dans ſa courſe annuelle, rencontre, en s'élevant ou s'abaiſſant d'un pôle à l'autre, les parallèles d'une infinité d'étoiles, on

(a) Flamſteed, *Hiſtoria caleſtis*, Tom. III, Proleg. p. 136.

peut multiplier les obſervations de ſa longitude, & obtenir autant de points qu'on voudra de ſon orbite.

Mais ce n'eſt pas le ſeul avantage de cette méthode, non ſeulement elle n'a pas beſoin d'employer une étoile dont la poſition ſoit connue, mais elle ſert au contraire à trouver la poſition de cette étoile, puiſqu'on a obſervé ſa différence d'aſcenſion droite avec le ſoleil, lorſque les déclinaiſons étoient égales, & que la méthode a donné l'aſcenſion droite & la déclinaiſon de cet aſtre. On voit qu'il eſt toujours facile d'en conclure l'aſcenſion droite de l'étoile & ſa déclinaiſon. Les anciens, quand ils vouloient déterminer le lieu d'une étoile quelconque, c'eſt-à-dire, ſa diſtance au point inviſible de l'équinoxe du printems, étoient obligés de comparer cette étoile au ſoleil dont ils regardoient la longitude comme ſuffiſamment connue; mais cette connoiſſance exacte étoit une ſuppoſition. Flamſteed, ſans rien ſuppoſer, détermine la diſtance du ſoleil & celle de l'étoile au point également inviſible du ſolſtice; & comme le point de l'équinoxe en eſt éloigné de 90 degrés, on en déduit très-exactement la diſtance de l'étoile à ce point. Si ces obſervations n'étoient pas trop longues & trop pénibles, ſi les petites étoiles ne s'y refuſoient pas, attendu qu'elles ne ſont pas viſibles en plein jour & en préſence du ſoleil, on pourroit déterminer ainſi tous les point fixes du ciel & tous les lieux des étoiles: mais cette méthode ſert du moins à établir les poſitions des plus belles, leſquelles ſervent enſuite à déterminer toutes les autres. Cette méthode eſt donc fondamentale pour la connoiſſance des lieux du ſoleil & des étoiles, & on peut la regarder comme la baſe de l'Aſtronomie moderne.

§. VI.

Les ſatellites ne furent point négligés dans ces conſidérations

générales des planetes. Pound, aſtronôme connu par pluſieurs obſervations de la grandeur de Jupiter, de ſon aplatiſſement, de l'étendue des digreſſions de ſes ſatellites, donna en 1719 de nouvelles Tables du premier ſatellite. Il corrigea le moyen mouvement qu'il rendit un peu plus rapide que dans les Tables de Caſſini; mais il avoit été prévenu dans cette correction en 1698 par D. Caſſini (*a*). Pound introduiſit dans ſes Tables un changement utile & commode pour le calcul, c'eſt de rendre toutes les équations additives (*b*). Les anciens ont connu cette forme de Tables où toutes les quantités s'ajoutent, c'eſt la forme des Tables indiennes rapportées par M. le Gentil (*c*). Mais Pound eſt le premier moderne qui en ait inventé ou rappelé l'uſage; il adopta l'équation, qui eſt due à la propagation de la lumiere, & qui eſt commune aux quatre ſatellites (*d*). Il rendit témoignage de la découverte de Roëmer; & peut-être même eſt-il le premier qui ait employé l'équation de trois minutes & demie, également relative au mouvement de la lumiere, & qui dépend de la poſition de Jupiter dans ſon orbite (*e*). Halley s'occupa du quatrieme ſatellite de Saturne découvert par Huygens, il rectifia ſon moyen mouvement; il crut même s'appercevoir que ce mouvement étoit aſſujetti à une inégalité ſemblable à celle des planetes, & qui annonce une orbite elliptique. Cette inégalité étoit d'environ deux degrés & demi (*f*). Il ne paroît pas qu'elle ait été vérifiée & adoptée, on ne la retrouve point dans les Tables (*g*). Jacques Caſſini en

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. II, p. 214.
Ibid. 1727, p. 374.

(*b*) Il ne s'agit que de ſouſtraire de la longitude, qui ſert d'époque, la ſomme des équations négatives, alors il n'y a jamais rien à retrancher, il faut toujours ajouter, & on double les équations.

(*c*) *Voyez* le Voyage de M. le Gentil & Mém. de l'Acad. des Scienc. 1772.

(*d*) Tranſactions philoſophiques, 1719, N°. 361.

(*e*) *Suprà*, p. 421.

(*f*) Tranſ. phil. 1683, N°. 145.

(*g*) Ni dans les Tables de Pound, ni dans celles de Caſſini.

1719

1716 obſerva les mouvemens de ces ſatellites découverts par ſon pere, mais encore peu connus. Il rectifia tous ces mouvemens, il ſoupçonna même qu'ils n'étoient pas uniformes. Le ſecond, le troiſieme & le cinquieme ſont ceux dont les inégalités parurent le plus ſenſibles ; Caſſini eſtime que celles du troiſieme peuvent aller à deux ou trois degrés, & celles du cinquieme à cinq ou ſix (*a*).

Les ſatellites de Jupiter s'écartent très-peu du plan de ſon écliptique (*b*) ; la Lune ne s'éloigne de la nôtre que de quelques degrés. On auroit eu tort d'établir une regle générale ſur ces faits, les ſatellites de Saturne l'auroient démentie. Les quatre premiers ſemblent deſtinés à accompagner l'anneau, ils ſe meuvent dans ſon plan ſous une inclinaiſon de 30 degrés à l'égard de l'orbite de Saturne autour du Soleil ; le plan de l'orbe du cinquieme eſt moins incliné : Jacques Caſſini n'a trouvé cette inclinaiſon que de 15 degrés (*c*). En comparant les vîteſſes des ſatellites de Jupiter à celles des ſatellites de Saturne, on trouva que ceux-ci ſe mouvoient plus lentement. On penſoit alors que le mouvement de rotation étoit analogue à celui des ſatellites ; & comme ceux de Saturne ont plus de vîteſſe que la Lune, & moins que les ſatellites de Jupiter, on en conclut que la planete de Saturne tournoit ſur ſon axe plus vîte que la Terre, mais moins vîte que Jupiter (*d*).

§. VII.

Maraldi s'étoit entiérement dévoué à l'obſervation des ſatellites de Jupiter, & il a laiſſé cet héritage avec ſes vertus

(*a*) Mém. Acad. Scien. 1716, pag. 100.
(*b*) *Suprà*, p. 334.
(*c*) Mém. Acad. Scien. an. 1714, p. 375.
(*d*) Mém. Acad. Scien. an. 1716, p. 215.

à un neveu encore vivant & digne de le remplacer. Maraldi, peu de tems avant de finir ſa carriere, s'honora par la découverte d'un nouveau phénomène ; il remarqua que les durées des éclipſes de ces ſatellites n'étoient pas toujours les mêmes à égale diſtance des nœuds. On a vu (*a*) que les durées des éclipſes ne dépendent que de la diſtance au nœud & de l'inclinaiſon. Si la diſtance au nœud eſt la même dans deux années différentes, & que les éclipſes ſoient plus longues ou plus courtes, il faut que l'inclinaiſon ait changé. Les obſervations du premier ſatellite firent ſoupçonner à Maraldi cette variation ; il la confirma d'une maniere convaincante en 1729 par les obſervations du ſecond ; nous n'en citerons qu'un exemple. Le 21 Janvier 1668, Jupiter étant au point où les éclipſes doivent être les plus courtes, la demi-durée obſervée fut de $1^h\ 19'$; le 17 Septembre 1715, dans des circonſtances ſemblables, cette demi-durée ne ſe trouva plus que de $1^h\ 7'\ 14''$. Cette différence de douze minutes de tems ne peut être une erreur d'obſervation.

Maraldi fait voir qu'on ne peut ſuppoſer que trois cauſes ; 1°. un mouvement dans les nœuds ; 2°. une excentricité de l'orbe du ſatellite ; 3°. une variation dans l'inclinaiſon. Dans le premier cas, lorſque Jupiter revient au même point de ſon orbite, il ne ſeroit plus à la même diſtance des nœuds, puiſque les nœuds ne ſeroient plus au même lieu ; mais les mêmes obſervations, qui faiſoient voir l'inégalité des demi-durées, prouvoient ſouvent auſſi que les nœuds n'avoient point changé de place ; il n'y avoit donc pas moyen d'imaginer qu'ils euſſent aucun mouvement. Dans le ſecond cas, l'excentricité de l'orbite du ſatellite augmenteroit, ou diminueroit ſa diſtance à

(*a*) *Suprà*, p. 402.

Jupiter ; ce ſatellite ſeroit tantôt plus éloigné, tantôt plus près ; & le tems de ſon paſſage par l'ombre plus long ou plus court, ſelon qu'il traverſeroit une partie plus large, ou plus étroite de cette ombre conique. Mais il faudroit une excentricité énormément grande pour produire les différences obſervées, & elle ſeroit très-ſenſible dans les autres obſervations. On ne pouvoit donc attribuer cet effet nouveau qu'à un changement de l'inclinaiſon (*a*).

Maraldi trouva cette inclinaiſon de 4 degrés 33 minutes ; elle avoit augmenté environ d'un degré depuis 1668. Les ſatellites de Jupiter, comparés au ſatellite de la Terre, à la Lune, offroient des ſingularités remarquables : les nœuds de cette planete ont un mouvement très-rapide, ſon inclinaiſon varie peu ; les nœuds des ſatellites au contraire paroiſſent fixes, & leurs inclinaiſons ont une variation très-ſenſible. D'ailleurs ſi l'inclinaiſon de la lune varie, elle ſe rétablit dans le cours d'une année, on y reconnoît l'effet de l'action du ſoleil qui ſe manifeſte encore d'une maniere plus marquée, en accélérant ou retardant la vîteſſe de la planete. L'inclinaiſon du ſecond ſatellite au contraire paroiſſoit croître conſtamment, ce qui annonçoit au moins une période très-longue. Tout paroiſſoit alors bien réglé dans les petits orbes des ſatellites, ils marchoient d'un pas aſſez égal, & avec une ſorte d'uniformité ; leurs nœuds ſembloient immobiles : il n'y avoit que le plan de l'orbite qui s'élevoit conſtamment dans une période, & par une cauſe inconnue.

Auſſi lorſqu'en 1732 M. Maraldi le neveu eut reconnu une variation ſemblable dans le troiſieme ſatellite, & apperçu une excentricité dans l'orbite du quatrieme (*b*), M. de Fontenelle,

(*a*) Mém. Acad. Scien. an. 1729, p. 393. (*b*) *Ibid.* 1732, p. 96 & 471.

ſouvent heureux dans ſes prédictions, diſoit-il : » tout ceci » commence à vérifier ce que nous avions annoncé, & en » quelque ſorte prédit en 1727 que les hypothèſes de la con- » centricité des orbes des ſatellites, de l'immobilité de leurs » nœuds, de la conſtance de leur inclinaiſon, pourroient bien » ne pas ſubſiſter; elles n'étoient pas aſſez phyſiques, & ce » n'eſt pas-là la ſorte de régularité que la nature affecte. Voilà » déjà la conſtance des inclinaiſons ébranlée dans les trois » premiers ſatellites, la concentricité dans le quatrieme. L'im- » mobilité des nœuds tient bon juſqu'à préſent, mais il y a » bien de l'apparence qu'à la fin tout aura le même ſort (*a*). » Tout ce que M. de Fontenelle prédit ici a été vérifié.

§. VIII.

Dans l'intervalle que nous parcourons, on ajouta pluſieurs perfections utiles aux inſtrumens; la premiere eſt celle des fils qui ſe croiſent au centre de la lunette ſous un angle de 45 degrés. Si l'on obſerve deux aſtres qui puiſſent paſſer enſemble, ou du moins ſucceſſivement dans le champ de la lunette, ſans la changer de poſition, & que l'on marque les inſtans du paſſage de ces aſtres au fil vertical & aux deux fils obliques, on aura non ſeulement la différence de leur aſcenſion droite, mais celle de leur déclinaiſon (*b*); cet aſſemblage de fils croiſés ſe nomme un réticule (*c*). Le ſeul inconvénient, c'eſt la difficulté

(*a*) Mém. Acad. des Scien. année 1732, Hiſt. p. 25.

(*b*) Si les deux étoiles (*fig.* 35) ont paſſé au fil oblique en A ou en C, & au fil vertical en B & en D, on connoît par l'intervalle des paſſages les eſpaces AB, CD. Mais comme l'angle CED eſt de 45 degrés, les lignes CD & DE ſont égales, ainſi que les lignes AB & BE. Ainſi la différence des tems des paſſages des deux étoiles au fil vertical donne la différence de l'aſcenſion droite; & la différence des eſpaces ou des arcs AB & CD donne l'eſpace BD, qui eſt la différence de déclinaiſon.

(*c*) J. Caſſini donna en 1694 une méthode par laquelle il pouvoit déduire les diametres des planetes des paſſages de leurs bords aux fils obliques (*Mém. Acad. Sc.* T. II, p. 143).

de voir les fils pendant la nuit : on peut les éclairer au moyen d'une lumiere, placée en dehors auprès de l'objectif de la lunette ; mais cet uſage même n'eſt pas encore ſans inconvénient ; les aſtres paroiſſent vacillans & tremblans, parce que la lumiere communique ſon agitation à leur image. Maraldi préféra de remplir les intervalles entre deux fils, l'un oblique & l'autre vertical, par une lame de métal (*a*) ; les étoiles diſparoiſſent en ſe cachant derriere cette lame, & ſe remontrent après l'avoir traverſée. Tout le tems que l'aſtre a été perdu de vue eſt celui qu'il a employée à paſſer du fil vertical au fil oblique (*b*).

En 1701 la Hire imagina un réticule pour l'obſervation des éclipſes. Mœſtlin meſuroit la grandeur de l'image du ſoleil, en la recevant dans une chambre obſcure ; ſur un papier où il avoit tracé pluſieurs cercles concentriques (*c*) meſurés d'avance, il ne s'agiſſoit plus que de déterminer celui qui enfermoit l'image. Cette invention ſervit enſuite aux éclipſes de ſoleil. On choiſit

(*a*) *Voyez* la *fig.* 36. M. Bradley a rendu cette diſpoſition encore plus commode, en inventant le rétieule rhomboïde. Ce réticule eſt formé effectivement de quatre petites lames étroites de métal, qui forment un parallélogramme rhomboïde ; elles ſuffiſent pour faire perdre l'étoile de vue pendant quelques momens, & par conſéquent pour fixer l'inſtant de ſon entrée dans cet eſpace, & celui de ſa ſortie. Alors ſi on a vu (*fig.* 37) une étoile entrer en *a* & ſortir en *b*, le milieu de l'intervalle eſt le tems de ſon paſſage en *f*. On a de même le tems du paſſage d'une autre étoile en *g* ; la différence de ces tems eſt celle de leur aſcenſion droite. Comme on a le tems que l'une a mis à aller de *a* en *b*, & l'autre de *c* en *d*, les moitiés ſont les tems qu'elles ont mis à aller de *a* en *f* & de *c* en *g*, & la différence de ces moitiés réduite en arc de grand cercle eſt la différence *fg* de leurs déclinaiſons. Il faut cependant remarquer que lorſque les étoiles paſſent, l'une dans la partie ſupérieure, l'autre dans la partie inférieure du rétieule, leur différence de déclinaiſon eſt *hg*, qui eſt égale à la ſomme de *cg* & de *hk* ; il faut donc ajouter le tems qu'une étoile a mis à aller de *c* en *g* au tems que l'autre a mis à aller de *k* en *h*, c'eſt la différence de leur déclinaiſon. Mais comme la nuit on pourroit ſe tromper, & croire qu'une étoile a paſſé dans la partie ſupérieure, tandis qu'elle a paſſé dans l'inférieure, M. Bradley a laiſſé l'eſpace P qui eſt entiérement couvert d'une lame de métal ; les étoiles qui paſſent dans la partie inférieure diſparoiſſent en ſortant du rhombe & reparoiſſent un moment après ; celles qui ſortent de la partie ſupérieure ne reparoiſſent plus.

(*b*) Mém. de l'Acad. Scien. année 1706, p. 73.

(*c*) *Supra* T. I, p. 125.

la veille celui de ces cercles qui cadre exactement avec la grandeur de l'image ſolaire ; ce cercle eſt diviſé par ſix cercles concentriques, qui coupent ſur le diametre les douze doigts par leſquels on meſure la grandeur des éclipſes. L'invention fut appliquée aux éclipſes de lune : on fit un réticule compoſé de treize fils de ſoie qui embraſſoient le diametre de la lune & le diviſoient en douze parties ; on arrangea même des fils circulairement, pour en former des cercles concentriques, qui diviſaſſent l'image de la lune dans la lunette, comme celle du ſoleil étoit diviſée ſur le carton. Ce réticule pouvoit également ſervir aux éclipſes de ſoleil ; mais il avoit pluſieurs inconvéniens : 1°. le même ne pouvoit ſervir qu'à une ſeule lunette & à une ſeule éclipſe, parce que l'étendue de ce réticule devoit être égale à la grandeur de l'image, qui dépend de la force de la lunette, & qui d'ailleurs varie dans chaque éclipſe : 2°. il avoit un inconvénient de plus à l'égard de la lune ; c'eſt que comme ſon diametre augmente à meſure qu'elle s'éleve ſur l'horizon, ou diminue lorſqu'elle deſcend (*a*) ; le réticule qui convenoit au commencement de l'éclipſe ne convenoit plus à la fin, il en falloit un qui pût varier à la volonté & au beſoin de l'obſervateur. La Hire compoſa une lunette, à laquelle il donna deux objectifs appliqués l'un contre l'autre ; ces deux objectifs forment à leur foyer commun une image d'une certaine grandeur : or en éloignant les deux objectifs l'un de l'autre, on augmente à proportion la grandeur de l'image. On voit aiſément qu'en placant au foyer de ces deux objectifs un réticule circulaire, diviſé en douze parties égales, il ſuffira que l'un de ces objectifs ſoit mobile dans ſon tuyau, pour faire toujours cadrer la grandeur de l'image & celle du réticule (*b*). Telle eſt l'invention de la Hire.

(*a*) *Suprà*, p. 496.

(*b*) Mém. Ac. Sc. 1701, Hiſt. p. 92.

Il remarqua depuis que dans certains cas cette lunette deviendroit trop longue & ne ſeroit pas commode. Il inventa un nouveau micrometre, qui conſiſtoit dans un compas à doubles branches, dont deux aſſez courtes, & les deux autres aſſez longues ; les petites étoient recourbées : le tout a la figure d'une tenaille dont les extrémités, deſtinées à ſe toucher, ſont terminées en pointes très-fines. Il introduiſoit ces courtes branches dans le tuyau de la lunette, par une ouverture ménagée exprès, & il ſaiſiſſoit, il prenoit les diſques, la petite diſtance des aſtres qu'il vouloit meſurer ; il y trouvoit l'avantage de ſe paſſer du fil fixe des micrometres qu'il eſt difficile de bien placer ſur le bord du diſque, & qu'il eſt encore plus difficile d'y conſerver, parce que l'aſtre ſe meut. On conçoit qu'il eſt aiſé de ſavoir, comme dans tous les micrometres, à quelle partie d'un cercle céleſte répond l'ouverture des longues branches, qui eſt proportionnelle à celle des petites (*a*). Ce micrometre avoit la commodité de s'appliquer également bien à toutes les éclipſes & à toutes les meſures qui pouvoient ſe prendre dans le champ de la lunette (*b*). Le micrometre d'Auzout a cependant toujours été préféré : mais nous devons rendre compte de ces inventions ; il eſt d'ailleurs utile de les conſerver, parce qu'elles peuvent en produire d'autres. Nos connoiſſances ne s'étendent que par des combinaiſons, & les idées du paſſé entrent dans la compoſition des idées préſentes.

§. IX.

L'ASTRONOMIE avoit encore deux inſtrumens dont nous

(*a*) Kirch avoit imaginé un micrometre du même genre ; deux branches de métal, conduites par des vis, s'avançoient dans le champ de la lunette directement l'une vers l'autre, & embraſſoient le diametre d'une planete, ou la diſtance de deux étoiles. (*Mém. Acad. Berlin*, T. I, p. 202).

(*b*) Mém de l'Ac. des Sc. 1717 p. 60.

devons dire la forme & l'uſage ; l'un eſt *l'inſtrument des paſſages*, & l'autre la *lunette parallatique*. Les anciennes méthodes d'obſerver le tems des paſſages de deux aſtres dans un même vertical, avec leurs hauteurs ſur l'horizon, pour en conclure leur poſition reſpective dans le ciel, avoient fait ſentir le beſoin d'un inſtrument qui pût être fixe dans un vertical. Roëmer (*a*) imagina en 1689 de placer & de faire mouvoir verticalement une lunette, ſur un axe horizontal appuyé ſur des ſupports ; c'eſt l'inſtrument des paſſages. Lorſqu'il eſt bien fixé dans un vertical, & que la lunette ſuit ce vertical depuis le zenith juſqu'à l'horizon, on n'a beſoin que d'élever la lunette, pour atteindre les différens aſtres qu'on veut y voir paſſer. Cet inſtrument a été perfectionné depuis par Graham (*b*). Aujourd'hui que les aſtronômes ont entierement abandonné l'obſervation des paſſages dans les verticaux, on le dirige dans le méridien, où il a les mêmes uſages que le mural (*c*) ; mais il eſt plus aiſé à placer dans ce plan, & d'ailleurs il peut ſe tranſporter, & ſervir dans les voyages entrepris pour des opérations aſtronomiques. On ne trouve pas facilement un mur ſolide & diſpoſé à recevoir un mural ; l'inſtrument des paſſages, nommé auſſi *lunette méridienne*, eſt accompagné de ſes ſupports, une maçonnerie promptement conſtruite ſuffit pour l'établir.

Mais en renonçant aux obſervations faites dans les verticaux, on auroit infiniment diminué les occaſions, & le nombre des obſervations, ſi l'on s'étoit borné à celles qui ſe font dans le méridien. L'avantage d'obſerver dans ce plan eſt que la différence des tems des paſſages donne tout de ſuite la différence

(*a*) M. le Monnier, Hiſtoire céleſte, p. LXXVI.
M. de la Lande, *Aſtron.* art. 2388.
(*b*) M. le Monnier, *ibid.* p. LXXV.
(*c*) *Suprà*, p. 287 & ſuiv.
Roëmer le dirigeoit auſſi dans le méridien. Mémoires de l'Acad. de Berlin, T. III, p. 276.

des

des aſcenſions droites, & que la différence des hauteurs donne également celle des déclinaiſons. Les aſtres, dans leur mouvement diurne d'orient en occident, décrivent des parallèles à l'équateur ; la difficulté de les ſuivre & de les retrouver, avec des inſtrumens tels que les quarts de cercle & les ſextans, dont les mouvemens ſont horizontaux & verticaux, fit imaginer de diſpoſer une lunette, de maniere qu'elle décrivît un paralléle à l'équateur. Cette invention eſt du P. Gruenberger ; elle a ſervi en 1626 au P. Scheiner pour conſidérer & obſerver commodément les taches du ſoleil (*a*) : elle a été perfectionnée en 1721 par Jacques Caſſini (*b*). Une lunette eſt attachée à un axe, autour duquel elle décrit des cercles (*c*) ; il ne s'agit que de placer cet axe comme l'axe du monde, comme l'axe de l'équateur, autour duquel ſe meut notre globe, pour que la lunette imite, ſuive ce mouvement, & marche comme tous les aſtres que l'on veut obſerver : on n'a beſoin que d'élever, ou d'abaiſſer la lunette pour chercher l'aſtre & ſe conformer à ſa déclinaiſon ; l'aſtre une fois trouvé, la lunette le ſuivra toujours dans ſon cours diurne.

Lorſque deux aſtres ont à-peu-près le même parallèle & la même déclinaiſon, on peut donc fixer la lunette dans un point de ce parallèle, & y attendre ſucceſſivement les deux aſtres. Si la lunette eſt garnie d'un des réticules que nous avons décrits, la différence des paſſages au fil vertical, donnera la différence d'aſcenſion droite, & par les paſſages au fil oblique on connoîtra la différence de déclinaiſon (*d*). Ce petit inſtrument portatif a beaucoup d'uſages ; on peut obſerver dans

(*a*) M. de la Lande, *Aſtr.* art. 1400.
(*b*) Mém. Acad. Scien. 1721, p. 18.
(*c*) *Voyez* la figure 38.
(*d*) *Suprà*, p. 596.

tous les points du ciel, avec la même commodité qu'au méridien. Les grands inſtrumens qui y ſont fixés ont par cette grandeur plus d'exactitude ; on les réſerve pour les déterminations importantes & fondamentales : mais la néceſſité de profiter des intervalles, que laiſſent les nuages ſous un ciel inconſtant, fait employer le plus ſouvent la machine parallatique pour les cometes, pour les planetes, pour fixer la poſition des petites étoiles, & pour une infinité d'autres obſervations.

§. X.

PENDANT qu'on perfectionnoit les inſtrumens, les méthodes d'obſerver, & qu'on préparoit des obſervations pour ſervir de baſe à la connoiſſance exacte des mouvemens des planetes, on ne négligeoit point les phénomènes de leur apparence ; on étoit attentif à ce qui ſe paſſoit ſur leurs globes & aux changemens de leurs ſurfaces.

D. Caſſini, qui avoit découvert le mouvement des taches & la rotation de Jupiter, revenoit conſtamment à ce ſpectacle, pour en conſidérer les variations ; ces taches ſe détruiſent & ſe renouvellent ſouvent à la même place, & après de longs intervalles. Caſſini ſoupçonna que leurs retours pourroient bien avoir une période réglée & de 12 ans, comme la révolution périodique de Jupiter, ou de 83 ans que cette planete employe à revenir au même aſpect de la terre & du ſoleil, & au même point du zodiaque. Quant au mouvement produit par la rotation de Jupiter, il crut voir que les taches marchoient moins vîte au centre que près des bords ; ce qui eſt contraire à l'effet optique, & ce qui ſembleroit annoncer un mouvement propre aux taches, combiné avec la rotation du globe. Caſſini remarqua encore que cette rotation paroiſſoit plus longue d'en-

viron une minute, lorſque Jupiter étoit apogée, ou le plus loin de la terre (*a*).

En 1714 on fit attention que dans l'année 1708, ainſi que dans l'année 1672, où Jupiter avoit été également aphélie, la durée de ſa révolution diurne avoit paru plus courte de 10 à 12″ qu'en 1675 & en 1713, où Jupiter étoit périhélie (*b*). Il ſembleroit donc que la proximité du ſoleil diminuât la vîteſſe de la rotation; concluſion abſolument oppoſée au ſentiment de Képler & de quelques aſtronômes de ſon tems, qui penſoient que les planetes tournent plus vîte ſur leur axe lorſqu'elles ſont plus près du ſoleil. Il eſt bien étonnant que l'on n'ait pas répété ces obſervations, & par les moyens les plus exacts, pour décider une queſtion très-grande & très-importante, celle de l'égalité, ou de l'inégalité des révolutions de la terre. La durée des jours eſt notre meſure commune, nous l'employons à tout; il ſeroit très-utile de la vérifier. Si Jupiter ſe meut plus lentement ſur lui-même, lorſqu'il eſt plus près du ſoleil, il pourroit bien arriver que les jours de nos hivers fuſſent un peu plus courts que ceux de nos étés.

La ſurface de Mars montra auſſi des changemens : au mois d'Août 1719 cette planete devoit être le plus près de la terre; tous les 32 ans elle ſe trouve en même tems & dans ſon périhélie, & dans ſon oppoſition. On obſerva ſes taches, & on confirma par de nouvelles obſervations la durée de ſa révolution diurne de $24^h\ 40'$ déterminée par D. Caſſini. On voit ſur ce globe une tache vers le pôle méridional en forme de zône polaire; elle étoit ſuſceptible de changer d'éclat, & quand elle étoit très-claire, Mars ne paroiſſoit pas rond. On

(*a*) Mém. Acad. Scien. T. II, p. 81. (*b*) *Ibid.* 1714, p. 26.

jugea que c'étoit par la même apparence que la partie claire de la lune paroît excéder les bornes du disque obscur, & appartenir à un plus grand cercle. C'est l'effet de l'irradiation des parties éclairées sur les parties obscures (*a*). On crut s'appercevoir que le retour de l'éclat de cette tache avoit quelque rapport avec la révolution diurne de Mars, & qu'il arrivoit après 36 de ces révolutions. Cette apparence claire est la seule tache qui se soit conservée, quoiqu'avec quelque diversité de grandeur & de clarté, pendant que les autres ont changé de figure, de situation, & même ont disparu entiérement (*b*). Ce qui est singulier, c'est qu'on a vu au pôle septentrional de cette planette une clarté semblable à celle qu'on observe au pôle méridional, mais qui subsiste seule, l'autre a disparu. Ces deux lumieres étoient placées aux deux pôles, comme si elles avoient quelque analogie avec le fluide magnétique, ou avec les aurores boréales.

Vénus n'offrit point de taches, celles que Cassini & Bianchini virent à Rome n'étoient point visibles à Paris; mais on remarqua sur sa surface des aspérités considérables & des montagnes plus hautes que celles de la lune; & par conséquent bien plus élevées que les nôtres (*c*). C'est peut-être une des causes de

(*a*) Cette extension des objets éclairés sur les objets obscurs paroît générale; c'est par cette cause que les étoiles semblent entrer d'abord sur le corps de la lune avant de disparoître derriere son disque (*Suprà*, p. 384). M. Delisle vit en 1715 Vénus entrer presque toute entiere sur le disque de la Lune avant de disparoître (*Mém. Acad. Scien.* 1715, p. 135). Ce phénomène n'eut pas lieu, la même année, lorsque Jupiter fut éclipsé par la Lune, parce qu'on employa une lunette de 34 pieds. L'irradiation diminue en raison de la force des lunettes (*Ibid.* p. 159). C'est pourquoi les étoiles paroissent d'autant plus petites qu'on les considere avec de plus grandes lunettes qui les dépouillent de leur éclat étranger & de cette irradiation. Les feux terrestres sont assujettis à cette extension apparente, comme les feux célestes. Picard trouva qu'un feu qui ne devoit paroître que sous un angle de $3'' \frac{1}{2}$ à raison de sa distance, mesuré avec un instrument, paroissoit cependant sous un angle de $8''$ (*Mém. Acad. des Scien.* Tom. VII, Part I, p. 20.

(*b*) *Ibid.* 1720, p. 44.

(*c*) Hist. de l'Acad. des Scien. an. 1700, p. 121.

l'éclat de Vénus. Toutes ces aſpérités multiplient les ſurfaces qui réfléchiſſent la lumiere. On vit des taches, ou du moins on en ſoupçonna ſur Mercure, préciſément dans les tems où il eſt inviſible. Depuis l'application des lunettes aux inſtrumens, la préſence du ſoleil n'empêche point de voir les planetes; on obſerve ſouvent Vénus & Mercure au méridien. La Hire le fils a remarqué que quelquefois on ne peut pas appercevoir Mercure au méridien, quoiqu'il ſoit alors plus loin du Soleil qu'il n'eſt néceſſaire pour le diſtinguer : il s'eſt aſſuré, par des obſervations faites le même jour le matin ou le ſoir, que les tables donnoient fort exactement le véritable point du ciel où il falloit chercher Mercure, & cependant Mercure ne s'y trouvoit point, ou du moins n'y paroiſſoit pas. La Hire en conclut que Mercure pourroit bien avoir des taches qui, lorſqu'elles ſont tournées vers nous, affoibliſſent ſon éclat & le rendent plus difficile à diſtinguer au milieu du jour (*a*); mais il ſeroit auſſi naturel de croire que la denſité de l'air, les vapeurs qui y ſont mêlées, même ſans être ſenſibles, peuvent être la cauſe de l'inviſibilité de Mercure. L'aſtre reſte caché lorſque le voile eſt plus épais.

§. XI.

Il n'eſt point d'idée ſi ſinguliere & ſi extravagante qui ne naiſſe dans la tête des hommes. On a été bien des ſiecles à ſe perſuader que la terre tourne ſur elle-même & autour du ſoleil, parce qu'on voyoit le ſoleil ſe mouvoir; il a fallu oppoſer le témoignage de la raiſon à celui des yeux; mais il ne s'enſuit pas que les yeux ayent toujours tort. Depuis un grand nombre de ſiecles la lune avoit été en poſſeſſion de tourner autour de

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scien. année 1706, p. 96.

la terre ; mais elle trouva un nouveau Copernic, qui entreprit ſans néceſſité de démentir les yeux, de mettre la lune en mouvement autour du ſoleil dans un orbe annuel, & de forcer notre globe de tourner autour de ſon ſatellite. Le P. Dom Alexandre, Bénédictin, avança cette opinion dans une diſſertation ſur les cauſes du flux & du reflux de la mer (*a*). Cette idée bizarre n'étoit pas ſi facile à combattre qu'on pourroit le penſer ; les apparences ſont à très-peu près les mêmes, ſoit que la terre ait réellement les mouvemens que nous lui connoiſſons, ſoit que nous tranſportions ces mouvemens à la lune, pour donner les ſiens à la terre. Les Coperniciens, qui avoient dépouillé le ſoleil, n'étoient pas trop en droit de ſe plaindre que la terre fût dépouillée à ſon tour; ils ne pouvoient pas oppoſer le témoignage des yeux, puiſqu'ils l'avoient compté pour rien : cependant cette nouvelle hypothèſe n'avoit point pour elle toutes les raiſons de vraiſemblance qu'avoit le ſyſtême de Copernic. Quelle apparence qu'une groſſe planete tournât autour d'une petite ! Que cette groſſe planete décrivît un petit cercle, tandis que la petite en décriroit un très-grand ! L'analogie tirée de tous les faits de notre ſyſtême ne permettoit pas de le ſuppoſer : mais l'analogie peut nous tromper ; le peu de vraiſemblance d'une opinion ne ſuffit même pas pour la détruire, il faut des démonſtrations. La nouveauté & la hardieſſe de cette idée piquerent la curioſité de M. de Mairan, qui examina la queſtion avec ſa ſagacité ordinaire ; il trouva que ſi la terre ſe mouvoit autour de la lune en un mois, le mouvement du ſoleil paroîtroit un peu plus rapide dans les nouvelles lunes, & plus lent dans les pleines lunes. Cette inégalité très-obſervable n'a jamais été apperçue. M. de Mairan trouve encore

(*a*) Impr. à Bordeaux & à Paris en 1716.

que la longueur de l'année ſolaire ſeroit variable, & d'une quantité quelquefois de ſept heures dans deux années comparées. (*a*). L'hypothèſe du mouvement de la terre autour de la lune n'a donc jamais eu que deux partiſans, le Bénédictin Dom Alexandre & un Génois peu connu qui l'avoit précédé (*b*). La peine que M. de Mairan a priſe de combattre ſérieuſement une hypothèſe folle, prouve le ſoin que l'Aſtronomie moderne apporte pour diſcuter les hypothèſes admiſes, & pour rejeter celles qui ne doivent pas l'être.

§. XII.

Nous paſſons à des recherches ſur la réfraction. La théorie de ce phénomène de l'atmoſphère eſt fondée ſur un principe qui paroît certain, c'eſt le paſſage de la lumiere d'un milieu plus ſubtil dans un milieu plus denſe. Mais la raiſon voit mieux quand les yeux voyent avec elle; nous ſommes plus sûrs du mécaniſme de la nature quand nous avons l'art de le répéter. On imagina en Angleterre qu'on pouvoit produire le phénomène de la réfraction, en faiſant paſſer un rayon de lumiere à travers un eſpace privé d'air, à travers le vide de la machine pneumatique; on ſe propoſa d'obſerver l'inflexion de ſa route en rentrant dans l'air; l'expérience réuſſit parfaitement à MM. de la Société royale de Londres (*c*). Homberg, chimiſte & habile phyſicien, la répéta à Paris & la manqua. On crut que la réfraction ne s'opéroit point en entrant dans l'atmoſphère, mais en traverſant les différentes couches d'air plus ou moins groſſier qui la compoſent. La théorie de D. Caſſini, qui démon-

(*a*) Mém. Acad des Scien. année 1727, p. 63.

(*b*) Cette idée avoit déjà été propoſée par Baliani, noble & ſavant Génois (Riccioli, Almag. T. II, p. 381).

(*c*) Transf. phil. 1799, N°. 257.

troit que la zône ſenſiblement réfractive de l'atmoſphère ne s'élevoit pas au-delà de 2000 toiſes, pouvoit auſſi conduire à cette concluſion. C'eſt ainſi que les expériences curieuſes de Newton ſur les couleurs, mal répétées par Mariotte, firent douter quelque tems en France de la belle théorie du philoſophe Anglois. L'expérience, qui doit hâter les progrès de nos connoiſſances, peut donc quelquefois les retarder.

Homberg s'étoit ſervi d'un tuyau de fer-blanc dont il avoit pompé l'air; au bout de ce tuyau étoit ajoutée une lunette ordinaire, garnie à ſon foyer de fils en croix. On pointoit à un objet exactement placé ſur l'interſection des fils : s'il y a réfraction, en paſſant de l'air dans le vide, c'eſt en conſéquence de cette réfraction que l'objet répond à l'interſection des fils; en laiſſant rentrer l'air dans le tuyau, en anéantiſſant la différence des fluides qui produit la réfraction, l'objet devoit changer de place, & ne plus répondre à l'interſection des fils; c'eſt cependant ce qui n'arriva pas (*a*).

L'expérience réuſſit en 1719 à M. Deliſle; il penſa que dans le premier eſſai le tuyau n'étoit pas bien fermé, & que l'air rentroit à meſure qu'on le pompoit. Il y avoit un moyen de s'aſſurer de la ſortie de l'air, & du vide opéré par la pompe, c'étoit d'introduire un barometre dans le tuyau purgé d'air, & de voir ſi le mercure étoit à ſon niveau, ou du moins à peu-près. M. Deliſle, après avoir fait & ainſi vérifié le vide du tuyau, trouva par une inclinaiſon de 45 degrés une réfraction de 45 ſecondes. Cette réfraction eſt un peu plus petite que la réfraction aſtronomique, qui a lieu dans l'atmoſphère pour une inclinaiſon, ou pour une hauteur de 45 degrés; on croyoit qu'elles devoient être égales, parce que Newton a

(*a*) Hiſt. Acad. des Scien. 1700, p. 115.

démontré

démontré que le détour total d'un rayon de lumiere, l'angle du changement de ſa route, lorſqu'il a traverſé une infinité de couches, toujours de plus en plus denſes, eſt le même que s'il avoit paſſé tout de ſuite de la premiere à la derniere, de la plus ſubtile à la plus groſſiere. Si les eſpaces céleſtes étoient auſſi vides de toute matiere fluide que le tuyau purgé d'air, la lumiere paſſant de ce vide dans la couche épaiſſe de l'air où nos yeux & nos inſtrumens ſont plongés, éprouveroit donc à 45 degrés d'inclinaiſon une réfraction de 45 ſecondes (*a*); & comme cet effet eſt détruit par la préſence de l'air, lorſqu'il rentre dans le tuyau, il eſt clair qu'il doit diminuer, que la réfraction doit être moindre, en proportion de ce que le vide ſera moins parfait, & de ce que le tuyau ſera rempli d'un fluide plus ou moins rare, d'un air plus ou moins dilaté. Mais au contraire la réfraction opérée dans l'atmoſphere, eſt à la hauteur de 45 degrés de 59 ſecondes, ſelon D. Caſſini, & de 66 ſecondes, ſelon M. de la Caille. Il s'enſuit évidemment que le détour de la lumiere eſt plus grand, le changement de ſa route, toujours proportionnel à la différence des milieux traverſés, eſt plus conſidérable dans la réalité que dans l'expérience artificielle. Les eſpaces céleſtes ſont donc encore plus vides de toute matiere que l'eſpace de ce tuyau. Le vide de la nature eſt plus parfait que le nôtre, ou du moins le fluide inſenſible que nous nommons éther, eſt infiniment plus rare & plus ſubtil que celui qui reſte malgré nous dans les eſpaces, où nous nous ſommes efforcés de faire le vide par tous les moyens humains. La conſtance du mouvement des aſtres, qui ſubſiſte depuis des millions d'années ſans altération, a perſuadé à Newton que ces grands corps nagent dans le vide,

(*a*) Mém. Acad. des Scien. 1719, p. 330.

où les reſſorts du mouvement agiſſent avec liberté & ſans réſiſtance. Les expériences nouvelles juſtifient ſes vues & ſes penſées. Newton eût ſans doute été content que notre vide factice produisît les mêmes effets que l'éther céleſte, mais ce vide même n'y ſuffit pas. Le fluide de l'éther eſt donc plus ſubtil que nous ne pouvons nous le figurer par la penſée, ou plutôt les eſpaces remplis de ce fluide ſeul, ſont, relativement à nous, un vide réel, puiſque tout ce qui eſt inſenſible à nos organes, n'exiſte pas pour nous.

§. XIII.

Il étoit curieux de connoître ſi cette réfraction eſt toujours proportionnelle à la différence de la denſité des milieux. En laiſſant rentrer peu à peu de l'air dans le tuyau, on auroit diminué la réfraction ; mais on auroit eu des quantités trop petites pour être meſurées avec exactitude. Il ne faut jamais oublier que rien de ce que nous faiſons n'eſt ſans erreurs ; & nous ne pouvons compter ſur les réſultats que lorſqu'ils ſont aſſez grands pour n'être plus en proportion avec ces erreurs. Les Anglois imaginerent de condenſer l'air dans le tuyau, d'en augmenter la quantité au lieu de la diminuer, comme on avoit fait dans l'expérience précédente. Le barometre & la hauteur du mercure, ſoutenu par le poids de l'air, furent leur regle ; ils condenſerent l'air, ils s'aſſurerent d'en avoir doublé la quantité, en voyant monter le mercure au double de ſa hauteur ordinaire : alors la réfraction fut la même que lorſque le tuyau étoit vide, mais elle fut dans un ſens oppoſé. On voit que cela devoit être ainſi ; des trois poſitions vuës à travers le vide, l'air ſimple & l'air double en denſité, celle qui eſt à travers l'air ſimple doit occuper le milieu. Comme les les proportions étoient les mêmes, les réfractions furent égales.

On pouſſa l'expérience encore plus loin; on tripla la quantité d'air, la hauteur du barometre fut triplée, & la réfraction reſta dans le même ſens, mais elle fut double. On fut donc certain que les réfractions ſont proportionnelles à la denſité relative des milieux. M. Deliſle, qui répéta toutes ces recherches, trouva que la régle n'étoit exacte & vraie que dans les grandes hauteurs du mercure; quand il approche de ſon niveau, quand la quantité diminuée de l'air approche du vide, une légere différence dans la hauteur du mercure en produit une grande dans la réfraction (*a*). Au reſte, en deſcendant à ces petites quantités, nous nous approchons des élémens des choſes; c'eſt là que la nature eſt plus cachée & plus difficile à pénétrer. Nous n'avons plus d'inſtrumens aſſez fins, nos erreurs ſe mêlent à nos réſultats, & il eſt à craindre que nous ne prenions nos fautes pour ſes écarts & ſes inégalités.

§. XIX.

Quoique Newton eût démontré que la réfraction eſt la même que ſi le rayon de lumiere paſſoit immédiatement de l'éther, du vide dans l'air groſſier qui nous environne, il n'en eſt pas moins vrai que cette réfraction ne ſe produit que peu à peu & par degrés. Le rayon quitte ſa route en entrant dans l'air, il en change à chaque pas, à chaque couche d'air plus denſe où il pénetre; ce n'eſt donc point par une ligne droite, c'eſt par une courbe qu'il vient à notre œil. La Hire, auſſi bon géometre qu'il étoit habile aſtronôme, démontra que la courbe étoit celle que les géometres nomment *épicycloïde* (*b*). En partant

(*a*) Mém. Acad. des Scien. année 1719, p. 330.

(*b*) En ſuppoſant les extenſions de l'air à différentes hauteurs, ou ſes différentes denſités, en raiſon des racines quarrées des hauteurs.

de la réfraction horizontale de 32 minutes & de l'abaiſſement de 18 degrés au-deſſous de l'horizon, qui eſt celui où finit le crépuſcule, & où la lumiere du ſoleil ceſſe de nous être renvoyée, il à trouvé par une méthode ſemblable à celle d'Alhazen (*a*), que la hauteur de l'atmoſphere ne pouvoit être moindre que 31947, & ne pouvoit ſurpaſſer 37223 toiſes; & par un milieu, il établit cette hauteur de 34585 toiſes, ce qui fait un peu plus de quinze de nos lieues de 2283 toiſes. Montanari, comme nous l'avons dit, avoit eſtimé par la parallaxe d'un météore, que l'atmoſphere devoit s'étendre juſqu'à quinze lieues de la ſurface de la terre. La Hire, ſans déduire ſes raiſons, penſoit que cette hauteur n'étoit point partout la même, & que l'atmoſphere pouvoit être plus haute aux pôles qu'à l'équateur (*b*).

D. Caſſini n'étoit plus alors, J. Caſſini ſon fils fut ſans doute étonné de ce réſultat; il avoit droit à la théorie des réfractions qui avoit été preſque créée par ſon illuſtre pere, il devoit prendre intérêt à ſes réſultats. On pouvoit trouver ſingulier que les crépuſcules donnaſſent 34000 toiſes pour la hauteur de l'atmoſphere, tandis que les réfractions n'en donnoient que 2000. D. Caſſini avoit ſuppoſé que le rayon de lumiere nous parvient en ligne droite; il falloit donc recommencer ſon travail, en admettant la courbure du rayon depuis longtems ſoupçonnée. Son fils commença par déduire immédiatement de l'obſervation la réfraction qui a lieu à différentes hauteurs (*c*); enſuite il ſuppoſa que le rayon de lumiere traverſant l'atmoſphere, ſe détourne toujours de ſa route, à chaque petit intervalle, & d'une quantité égale; il en conclut

(*b*) Hiſtoire de l'aſtronomie moderne, T. I, p. 240.

(*b*) Mém. Acad. Scien. 1713, p. 54.
(*c*) *Supra*, p. 300.

que cette route eſt tracée par un poligone circonſcrit, c'eſt-à-dire, par le cercle même, en rendant infini le nombre des côtés. Alors en ſe ſervant, comme ſon pere, de la réfraction horizontale de 33′ 20″, & de celle de 5′ 28″ à 10° de hauteur, il détermine que la hauteur de l'atmoſphere eſt de 6918 toiſes; il ſuppoſa que la route étoit une parabole au lieu d'un cercle, & il trouva encore la même hauteur. Cette conformité des réſultats n'étoit pas cependant une preuve que la route circulaire fût la vraie, c'étoit à l'obſervation de prononcer; Caſſini calcula toutes les réfractions qui réſultoient de ſon hypothèſe, il prit encore celles qui avoient été déduites par D. Caſſini de l'hypothèſe que le rayon nous vient en ligne droite, & il les compara toutes aux réfractions données par l'obſervation directe. L'obſervation prononça en faveur des réfractions de J. Caſſini, & de l'hypothèſe que la route du rayon eſt circulaire. Il fut donc bien conſtaté que la hauteur de la zône réfractive de l'air n'excede pas 7000 toiſes, & qu'au-delà dans le reſte de l'étendue de l'atmoſphere l'air eſt trop rare & trop ſubtil pour opérer une réfraction ſenſible (*a*).

§. XV.

Il eſt encore une méthode qui ſemble devoir donner la hauteur de l'atmoſphere, c'eſt celle qui employe la hauteur du mercure, ſoutenu dans le barometre par les colonnes peſantes de l'air. Paſcal s'en ſervit le premier pour meſurer l'élévation des montagnes; Mariotte & Halley (*b*), pour eſtimer celle de l'atmoſphere, en faiſant quelques ſuppoſitions ſur l'augmentation du volume dans les couches ſupérieures, en conſéquence de ce qu'elles ſont moins chargées que les inférieures. Ils trou-

(*a*) Mém. Acad. des Scien. année 1714, p. 33.

(*b*) Tranſactions philoſophiques, 1686, N°. 181.

verent que cette élévation de l'atmoſphere étoit environ de 15 à 20 lieues; ainſi la méthode du barometre s'accordoit avec celle des crépuſcules.

Mais les météores qui ſont vus dans l'air, & qui ſont apperçus de lieux très-différens & très-éloignés, ne peuvent être ainſi viſibles ſur une étendue conſidérable du globe que par leur élévation. L'une doit donc faire juger de l'autre; & ſi dans ces lieux différens on a obſervé le point du ciel où un météore a été vu, ſa parallaxe peut faire connoître ſa diſtance, & par conſéquent la hauteur de la partie de l'atmoſphere où il s'eſt montré. Halley calcula, par la parallaxe d'un météore vu en Angleterre le 30 Mars 1719, que ſa hauteur étoit de 73 milles anglois, c'eſt-à-dire, de plus de 26 de nos lieues. M. de Mairan vint reculer encore beaucoup ces limites, en appliquant les aurores boréales à cette recherche. Les aurores boréales ſont des météores, c'eſt-à-dire, des phénomènes produits dans l'atmoſphere de la terre. Il eſt aiſé de reconnoître qu'ils ne ſont point aſſujettis, comme les aſtres, aux apparences du mouvement diurne. Les planetes, les étoiles ſemblent aller de l'orient au couchant, parce qu'elles ſont immobiles, & que nous ſommes en mouvement: les météores ne changent point de place à l'égard de l'horizon, parce qu'ils ſe meuvent avec le globe, avec nous; ils ſont dans notre globe, puiſqu'ils nous accompagnent. Or ces phénomènes de l'aurore boréale ſont vus en même tems à de très-grandes diſtances. M. de Mairan, qui avoit l'eſprit auſſi exact que philoſophique, & qui a fait un grand travail ſur les apparitions des aurores boréales, & ſur leurs cauſes, a trouvé, en calculant leur parallaxe, que les différentes aurores boréales étoient placées

(a) Tranſac. philoſ. 1719, N°. 360.

à différentes hauteurs ; il y en a telle qui donne une hauteur de 266 lieues, & en prenant un milieu entre 23 réſultats, M. de Mairan montre que la région moyenne où paroiſſent les aurores boréales, eſt élevée de 175 lieues au-deſſus de la ſurface de la terre (*a*). Le cercle des choſes qui nous appartiennent fut donc étendu ; M. de Mairan ajouta 150 lieues à l'empire de notre petit globe.

Il réſulte de ces recherches que notre atmoſphere renferme trois régions différentes, qui chacune ont leur deſtination. La premiere, la plus baſſe, eſt celle de l'air groſſier, qui détourne les rayons de lumiere & produit la réfraction ; elle s'éleve à peine à 7000 toiſes. La ſeconde eſt celle de l'air, qui peſe ſur le mercure & le ſoutient à 28 pouces ; c'eſt un air qui conſerve encore aſſez de maſſe & de denſité pour arrêter la lumiere & nous la renvoyer par la réflexion. Il allonge le jour en donnant naiſſance aux crépuſcules ; cette région tient le milieu, & monte à quinze ou vingt lieues. Enfin la troiſieme, celle qui s'étend juqu'à 175 lieues, eſt compoſée d'un air plus ſubtil, où la lumiere ſe diſperſe librement. Cet air n'a aucune puiſſance ſur elle ; il ne peut ni la réfracter ni la réfléchir. M. de Mairan penſe que les colonnes élevées de ce fluide, ne contribuent point à ſoutenir le mercure dans le barometre, parce que c'eſt un air ſi ſubtil qu'il pénetre à travers le verre & ſe met en équilibre avec lui-même (*b*). Cette troiſieme zône eſt le théâtre des aurores boréales, de ces feux produits en jets & en couronnes, qui ne ſont pour nous qu'un phénomène curieux, mais qui deviennent un ſecours de lumiere pour les peuples du nord de la terre, habitans de la nuit pendant une partie de l'année.

(*a*) Traité de l'aurore boréale, p. 434. (*b*) *Ibid.* p. 42.

§. XVI.

UNE des premieres obſervations du chevalier de Louville, entré à l'Académie en 1714, fut celle de l'obliquité de l'écliptique; il la fit avec ce talent de la préciſion qui fait les bons aſtronômes; & cette préciſion qu'il avoit cherchée & obtenue le rendit aſſez hardi pour en tirer un réſultat ingénieux, qui éleva une longue querelle dans l'aſtronomie. Il trouva cette obliquité de 23° 28′ 41″. Caſſini & la Hire l'avoient fixée à 23° 29′ 0″; Richer à Caïenne l'avoit obſervée de 23° 28′ 54″: l'obſervation de Louville la donnoit donc plus petite. Il avoit grande confiance dans les déterminations de la Hire & de Caſſini; les ſoins qu'il avoit employés lui répondoient de la ſienne. Ces réſultats également certains ne pouvoient différer que par la faute du ciel; il oſa conclure de cette petite différence de 19 ou de 13″, que l'obliquité de l'écliptique étoit ſujette à quelque diminution (*a*). Cette concluſion pourroit paroître un peu précipitée, mais il avoit raiſon, & elle n'étoit que hardie; elle n'étoit que la ſuite d'un tact plus fin & d'un jugement plus sûr. Cette idée de la variation de l'obliquité de l'écliptique naquit, comme on l'a vu (*b*), chez les anciens; elle y fut ou connue, ou du moins ſoupçonnée: & dans les tems écoulés depuis les Grecs qui nous l'ont tranſmiſe, elle n'a point ceſſé d'avoir des partiſans. Thebith la fit renaître chez les Arabes, Copernic la joignit à l'idée également renouvelée du ſyſtême du monde; Képler l'adopta. Cependant malgré toutes ces autorités, la concluſion du chevalier de Louville parut auſſi extraordinaire que ſi elle avoit été entiérement neuve. Il faut avouer qu'il vouloit l'appuyer ſur la préciſion

(*a*) Hiſt. Acad. des Scien, 1714. (*b*) Hiſt. Aſtron. anc. p. 242.

moderne

moderne, qu'il la déterminoit ſur deux obſervations peu éloignées & pour le tems & pout les quantités : ſi chacune de ces obſervations avoit été en erreur de 8 à 9″, comme cela étoit poſſible, le réſultat, la prétendue diminution de l'obliquité de l'écliptique n'auroit été que la ſomme de ces erreurs. Mais une idée des anciens, une idée qui avoit eu des partiſans célébres dans tous les ſiecles, lorſqu'elle ſe trouvoit favoriſée, du moins en apparence, par pluſieurs obſervations modernes, méritoit quelque examen ; on s'y refuſa. M. de Fontenelle diſoit : *quoique la phyſique céleſte ſoit fort favorable aux variations même les plus grandes des mouvemens céleſtes, & des angles des arcs ou des orbites, l'aſtronomie y eſt d'ailleurs ſi contraire, qu'on ne peut les recevoir ſans de fortes preuves. Cette uniformité ſi conſtante devient un des plus difficiles problêmes de la phyſique* (*a*). C'eſt que dans une nature où tout eſt en mouvement, cette uniformité eſt un préjugé & une chimere ; c'eſt qu'il ne falloit point l'admettre. On ne doit croire à aucune variation ſans preuves ſuffiſantes, mais on ne doit placer nulle part cette uniformité que chaque inſtant peut démentir.

§. XVII.

Le chevalier de Louville y trouvoit l'explication du paſſage ſingulier d'Hérodote ſur la tradition des Egyptiens, qui prétendoient avoir vu l'écliptique perpendiculaire à l'équateur. L'obliquité n'eſt aujourd'hui que de 23 degrés & demi ; mais puiſqu'elle diminue, on peut ſuppoſer qu'elle a été la plus grande poſſible, & par conſéquent de 90 degrés ; il ne faut qu'un tems ſuffiſant à cette lente décroiſſance. La diminution

(*a*) Hiſt. Acad. des Scien. 1714, p. 68.

n'étoit, ſuivant le chevalier de Louville, que d'une minute par ſiecle ; & le grand nombre de minutes depuis 90 degrés juſqu'à vingt-trois degrés & demi demandoit bien des ſiecles pour ce changement. Deux erreurs combinées, commiſes par cet aſtronôme, lui donnerent un réſultat qui rendoit ſon opinion encore plus probable. Il avoit lu, dans quelque édition de Diodore de Sicile, que les Chaldéens ſe vantoient d'avoir obſervé conſtamment le ciel pendant 403000 années ; & en conſéquence d'une diminution d'une minute par ſiecle, l'écliptique, d'abord perpendiculaire à l'équateur, avoit dû employer 397150 ans à ſe rapprocher de ce cercle, juſqu'à ne plus faire avec lui qu'un angle de 23 degrés & demi, exiſtant aujourd'hui. Ce nombre d'années approchoit déjà beaucoup de celui des Chaldéens, mais il trouva le moyen d'en approcher encore de plus près ; il crut, ou il ſuppoſa que l'année des Chaldéens n'étoit que de 360 jours. Les 397150 ans ſont ſemblables aux nôtres, & de 365 jours ; il faut donc en augmenter le nombre pour les réduire à des années de 360 jours. Ce nombre ainſi augmenté ſe trouve de 402942 ; il n'y a qu'un demi-ſiecle de différence entre ce nombre & celui des prétendues années d'obſervations des Chaldéens. Le chevalier de Louville n'adoptoit pas ces contes des aſtronômes d'Aſie, il étoit loin de penſer que le monde eût cette antiquité ; les écrits des hommes ne ſont pas ſi durables, & leur ſouvenir ne ſuffiroit pas à un ſi grand tems. Il croyoit que les anciens, ayant obſervé & reconnu la variation de l'obliquité de l'écliptique, avoient calculé dans quel tems ce cercle a dû paſſer par les pôles de l'équateur ; & qu'à cette époque indiquée par le calcul, ils avoient ſuppoſé une obſervation réelle pour reculer leur antiquité, & antidater leur exiſtence ſur la terre. On ſent tout ce qui réſultoit de la diminution obſervée de l'obliquité de l'éclip-

Digitized by Google

tique, & de l'hypothèſe qui la ſuppoſoit conſtante. L'écliptique dans 140000 ans devoit ſe confondre avec l'équateur ; pendant quelques milliers d'années les jours auroient été égaux, la température la même ſur le globe, le printems perpétuel des poëtes auroit établi ſon ſéjour dans nos zônes tempérées. Cette égalité des ſaiſons de l'âge d'or auroit du moins exiſté dans l'avenir, ſi elle n'a pas eu lieu dans le paſſé. Mais la correſpondance des années chaldéennes avec le tems néceſſaire à la diminution, étoit une erreur. Les leçons authentiques de Diodore de Sicile portent 473000, & non 403000 (*a*) ; D'ailleurs l'année de ces peuples étoit certainement de 365 jours, & peut-être de 365 jours un quart comme la nôtre (*b*). Le calcul du chevalier de Louville ne rend donc plus raiſon de l'antiquité des Chaldéens que nous avons expliquée dans l'hiſtoire de l'Aſtronomie ancienne (*c*) : rien ne lui aſſuroit la conſtance de cette diminution ; conſtance oppoſée au ſentiment des Arabes, de Copernic & de Képler, qui faiſoient la variation de l'obliquité alternative en plus ou en moins, & oſcillatoire. Mais il faut le louer d'avoir apperçu la variation, même dans les obſervations modernes, & d'avoir eu le courage d'y croire, malgré la réclamation qui s'éleva contre lui ; réclamation qui a ſubſiſté preſque juſqu'à nos jours, mais qui eſt enfin tombée, parce qu'à la longue il faut céder à la vérité.

§. XVIII.

La Hire fut le premier qui s'éleva contre l'opinion du chevalier de Louville ; il obſerve que ſi l'obliquité de l'écliptique,

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtronomie ancienne, p. 144.

(*b*) *Ibid.* p. 582.

(*c*) *Ibid.* p. 573.

déterminée par Ptolémée, eſt plus grande que la nôtre de plus de 20 minutes, c'eſt que les obſervations de cet ancien aſtronôme ſont aſſujetties à cette erreur (*a*). Il ne manquoit pas d'exemples plauſibles, car l'antiquité qui ne peut ſe défendre, eſt aiſée à calomnier; il citoit en preuve une obſervation de l'obliquité de l'écliptique rapportée par Pappus dans le quatrieme ſiecle. Cette obliquité étoit de 23 degrés & demi; elle n'avoit donc pas changé depuis treize ſiecles. Mais la Hire oublioit que les tems anciens ont beaucoup de témoignages contraires à oppoſer à un témoignage unique. Enfin la Hire, pour détruire la confiance aux obſervations antiques, rappelle que Ptolémée établit comme un principe certain que les latitudes des étoiles ſont immobiles; aujourd'hui les latitudes par nous obſervées different des ſiennes quelquefois de 20 à 30 minutes. Si ſon principe eſt vrai, ſes obſervations ſont défectueuſes; elles ſont affectées d'une erreur égale à celle que la Hire y ſoupçonnoit (*b*). C'eſt ainſi que des hommes habiles ont parlé, & n'ont pas été entendus; c'eſt ainſi que le paſſé ne ſert pas toujours au préſent! Tycho, cent ans auparavant, avoit dit que les latitudes des étoiles n'étoient plus les mêmes; il n'attribua point entiérement cet effet aux erreurs de Ptolémée. Copernic avoit admis la diminution de l'obliquité de l'écliptique; il en devoit réſulter un changement dans la latitude des étoiles, un changement inégal, ſuivant la poſition de ces étoiles à l'égard de l'écliptique. Tycho trouva que la plupart des variations de la latitude des étoiles étoient telles qu'elles devoient être, en conſéquence de la diminution de l'obliquité de l'écliptique. Les erreurs de l'obſervation tiennent toujours à une ſorte de haſard; elles auroient été inégales,

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 455. (*b*) Mém. Acad. des Scien. 1716, p. 295.

elles n'auroient point eu cette correſpondance. Tycho, par une logique meilleure que celle de la Hire, en conclut que ſi les latitudes des étoiles paroiſſent avoir changé, c'eſt que l'écliptique s'eſt éloignée d'elle (*a*). On juge bien que le chevalier de Louville ſe défendit (*b*); mais quelques années après M. Godin reprit la queſtion du changement de l'obliquité de l'écliptique, & fit voir qu'on pouvoit s'aſſurer de ce changement par les obſervations modernes ſeules, ſans qu'il fût beſoin de recourir aux anciennes dont les erreurs peuvent être en effet très-grandes. Il montre qu'en conſultant l'obſervation de D. Caſſini, faite en 1655 à la méridienne de Sainte-Petrone de Bologne, on a l'obliquité pour ce tems de 23° 29′ 15″. Les obſervations les plus exactes faites en 1730, ne donnoient que 23° 28′ 20″. La hauteur du gnomon de cette méridienne, la perfection des inſtrumens employés dans notre ſiècle ne permettent pas de ſuppoſer dans les deux obſervations des erreurs qui puiſſent produire une différence de 55″. Il en réſulte donc néceſſairement que dans l'intervalle de 75 ans l'écliptique a baiſſé ſenſiblement. M. Godin remarque, comme Tycho, que le changement de la latitude des étoiles eſt conforme à ce qui doit réſulter de cet abaiſſement; il ajouta même une conſidération délicate & intéreſſante, c'eſt celle du mouvement des nœuds des planetes. Il les ſuppoſe fixes, & il fait voir que leur mouvement apparent peut très-bien s'expliquer par la rétrogradation des points équinoxiaux, combinée avec cet abaiſſement de l'écliptique. M. Godin établit donc que l'obliquité de l'écliptique diminue; le mouvement appartient à l'écliptique, c'eſt l'écliptique qui s'abaiſſe vers l'équateur (*c*). Il a donc

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 407.
(*b*) Mém. Acad. des Scien. 1716, p. 53.
(*c*) Mém. Acad. des Scien. année 1734, p. 491.

très-bien vu le phénomène ; s'il s'eſt trompé en croyant que le mouvement de l'écliptique ſe fait ſur les deux points des équinoxes, c'eſt que la cauſe étoit difficile à pénétrer, & réſervée à d'autres tems. Il ſe trompa encore, en ſuppoſant immobiles les nœuds des planetes. Newton s'y étoit trompé comme lui ; & cela ne ſignifie pas autre choſe, ſinon que les obſervations n'apprenoient encore rien de bien sûr à cet égard. Les aſtronômes ſuivent le tems, & ne voyent qu'avec les lumieres qu'il apporte.

§. XIX.

PLUSIEURS éclipſes obſervées au commencement du dix-huitieme ſiecle, donnerent lieu à des remarques curieuſes. Dans l'éclipſe de lune du 29 Juin 1703, le P. Laval apperçut que l'ombre étoit plus ou moins denſe, plus ou moins épaiſſe dans les différentes parties de la lune ; ſon diſque toujours viſible, quoiqu'entiérement éclipſé, parut coloré d'une teinte un peu rougeâtre (*a*). La lune n'eſt ainſi viſible que parce qu'elle n'eſt pas alors dans l'ombre pure & vraie, elle eſt éclairée par les rayons du ſoleil réfractés & pliés dans l'atmoſphere de la terre (*b*) ; c'eſt cette réfraction qui produit la couleur rouge (*c*). La différence d'épaiſſeur de l'ombre vient ſans doute des parties de l'atmoſphere traverſées par les rayons réfractés. Si ces parties, par exemple, ſont celles de la zône torride, où la réfraction eſt plus petite, il y aura moins de rayons réfractés, & l'ombre jetée ſur la ſurface de la lune ſera plus forte. Si ce ſont des parties plus élevées ſur le globe & plus ſeptentrionales, où la

(*a*) Mém. Acad. Scien. 1703, p. 83.

(*b*) On remarqua à Briſtol, dans l'éclipſe de lune du 21 Octobre 1725, que la lune étoit éclairée vers ſes bords ; ce qui n'eſt pas extraordinaire ; mais ce qui l'eſt davantage, ce qui eſt preſque incroyable, c'eſt que cette lumiere s'étendoit hors des bords de la lune, à une diſtance qu'on auroit pu meſurer, ſi l'auteur M. John Borroughs, avoit eu des inſtrumens (*Tranſ. phil.* 1726, N°. 392.

(*c*) *Suprà*, page 20.

réfraction eſt plus grande, l'atmoſphere laiſſera paſſer plus de lumiere, & l'ombre envoyée ſera plus foible (*a*).

Dans l'éclipſe de lune du 22 Décembre 1703, la lune, après l'immerſion totale, parut à Arles d'un rouge obſcur & brun, & au contraire d'un rouge fort clair à Avignon, & ſi clair qu'on l'eût crue tranſparente & éclairée du ſoleil par derriere. A Montpellier on la vit ſi ſombre & ſi obſcure qu'on avoit beaucoup de peine à y diſtinguer les taches, qui ordinairement ſont faciles à reconnoître, quoique la lune ſoit plongée dans l'ombre. Mais ce qui fut plus extraordinaire, c'eſt que la lune diſparut entiérement, plus d'une heure avant ſon coucher (*b*). Ces apparences, différentes d'une même éclipſe, ſont produites par l'atmoſphere inégalement pure ou chargée de vapeurs. La lumiere foible jetée ſur la lune s'affoiblit encore en revenant à nous par un air plus chargé de ces vapeurs; & leur abondance peut être telle que la foible lumiere ſoit tout-à-fait interceptée, & que la lune diſparoiſſe (*c*).

§. XX.

Les éclipſes totales de ſoleil offrirent des phénomènes encore plus curieux; la France en vit trois en vingt ans; Paris, dans deux ſiecles, le dix-huitieme & le dix-neuvieme, n'en aura vu qu'une en 1724 (*d*).

La premiere éclipſe fut celle du 12 Mai 1706: elle eut des témoins illuſtres, le Roi Louis XIV, & M. le duc de Bourgogne;

(*a*) C'eſt en conſéquence de l'ombre, projetée par l'atmoſphere de la terre, que la Hire preſcrivoit d'ajouter une minute au diametre du cône d'ombre; cette minute répondoit à 25 lieues de hauteur de l'atmoſphere. (*Mém. Acad. Scien.* 1703, p. 83.

(*b*) Ce furent MM Bon, de Plantade & de Clapiers qui firent cette obſervation.

(*c*) Hiſt. de l'Acad. des Scien. ann. 1704, p. 58.

(*d*) Halley a calculé que depuis l'année 1140 juſqu'à l'année 1715 on n'avoit point vu d'éclipſe totale à Londres (*Tranſ. phil.* 1715, N°. 343).

on pourroit même dire des obſervateurs, car le jeune prince en détermina quelques phaſes (*a*). On remarqua que la ſection de l'ombre, ou de la lumiere ſur le diſque du ſoleil n'étoit pas réguliérement terminée en cercle; on y voyoit des pointes ſaillantes & obſcures : ces pointes étoient les montagnes de la lune, leſquelles ſont quelquefois détachées de la lune éclairée, & ſe montrent comme des points lumineux dans la partie obſcure; on les voyoit encore ici détachées, mais par leur obſcurité (*b*). Ainſi l'exiſtence de ces montagnes eſt confirmée par ces deux apparences différentes. Cette éclipſe fut à Paris d'environ onze doigts : il ne reſta que la douzieme partie du diametre du ſoleil; cependant au fort de l'éclipſe on voyoit encore très clair; il ſembloit ſeulement que le ciel fût couvert à l'horizon, quoiqu'il fût partout également ſerein (*c*).

L'éclipſe fut totale dans le midi de la France; l'air s'y obſcurcit, on quitta le travail, on alluma les chandelles; le peuple répandu dans les rues fit des exclamations & donna des marques d'épouvante. Il s'eſt familiariſé avec les éclipſes partielles qui ne l'effrayent plus, mais il n'eſt point accoutumé aux éclipſes totales que ſes peres, que pluſieurs générations ſucceſſives n'ont point vues. La nuit, ſurtout une nuit extraordinaire, & preſque inattendue, porte toujours une impreſſion de terreur dans les eſprits foibles : ces ténebres d'ailleurs ſont étrangères; elles ne reſſemblent ni à la nuit, ni aux crépuſcules. Les animaux mêmes ſe reſſentirent de cette éclipſe; les oiſeaux nocturnes parurent, appelés par l'obſcurité, & les

(*a*) Hiſt. Acad. des Scien. 1706, p. 165 & 176.

(*b*) *Ibid.* p. 171, Weidler dans l'éclipſe de ſoleil du 13 Mai 1733, obſerva que la vallée entre deux montagnes du bord de la lune pouvoit avoir une profondeur, qui étoit la deux-centieme partie du rayon de la lune; c'eſt environ deux de nos lieues. Nous n'avons pas de montagne ſi haute ſur la terre (*Tranſac. phil.* année 1734, N°. 433.

(*c*) Mém. Acad. Scien. 1706, p. 176.

autres

autres oiſeaux, chaſſés par la même cauſe, s'étoient retirés dans leur aſile de nuit. En général ils avoient de la peine à voler & voloient bas. A Zurich il tomba de la roſée. Dans toutes les villes où l'éclipſe fut totale, on vit autour de la lune comme un anneau d'or, une couronne d'une lumiere pâle, égale en étendue à un doigt du diſque ſolaire. A Montpellier on obſerva que cette couronne étoit environnée d'une autre plus grande; ſa lumiere, toujours de plus en plus foible, s'étendoit à huit degrés, & finiſſoit par ſe confondre avec l'obſcurité du ciel (*a*).

Cette apparence ſinguliere fut la confirmation du ſoupçon & de la prédiction de D. Caſſini. Quand il eut apperçu la lumiere zodiacale, il la regarda comme l'atmoſphère du ſoleil; il annonça qu'elle devoit lui former une couronne dans ſes éclipſes totales. L'anneau ici obſervé étoit donc l'atmoſphère du ſoleil; ſi elle n'a plus la forme de *fuſeau*, qui caractériſe la lumiere zodiacale, c'eſt que l'obſcurité n'eſt pas aſſez profonde; un reſte de lumiere vague empêche de diſtinguer la partie la plus ténue de cette atmoſpère, & ne permet de voir que la partie la plus denſe, la partie qui eſt voiſine des bords du ſoleil, & qui lui forme cette couronne. La lumiere zodiacale ne paroît entiere & diſtincte qu'au degré d'obſcurité où les petites étoiles ſe montrent; & malgré l'eſpece de nuit des éclipſes totales, ces étoiles reſtent effacées : on n'apperçoit que celles de la premiere grandeur, & les planetes.

§. XXI.

La ſeconde éclipſe fut celle du 3 Mai 1715; elle ne fut à Paris que d'onze doigts un quart, la ſeizieme partie du

(*a*) Mém. Acad des Scien. année 1706, p. 249 & 467.

ſoleil reſta découverte. C'eſt aſſez pour produire le jour, mais le jour du ſoir & celui du moment où le ſoleil eſt en partie couché ; auſſi apperçut-on Vénus & Mercure : les oiſeaux chercherent leur retraite, & les chauves-ſouris parurent (*a*). Mais à Londres, on eut le ſpectacle entier ; Londres avoit des obſervateurs qui en étoient dignes, Flamſteed & Halley ; le chevalier de Louville paſſa la mer pour ſe joindre à eux : l'éclipſe fut totale pendant 3′ 23″ (*b*) ; elle offrit deux phénomènes remarquables.

Le premier fut le plus ſingulier & le plus inattendu. Le chevalier de Louville & Halley virent ſur la ſurface entiérement obſcure de la lune des jets d'une lumiere inſtantanée & paſſagere, qui reſſembloient à des fulminations, & encore à ces traînées de poudre où on met le feu pour faire jouer les mines (*c*). Ce ſpectacle imprévu cauſoit une ſorte de frayeur aux ſpectateurs. Le chevalier de Louville attribua ces apparences à de véritables fulminations, à des orages accompagnés d'éclairs, qui ont eu lieu ſur la lune pendant l'éclipſe. Mais il ſemble bien peu vraiſemblable que la lueur de ces éclairs fut apperçue de ſi loin ; & comment y auroit-il des orages ſur une terre où on n'apperçoit ni eaux, ni vapeurs, dont jamais aucun nuage interpoſé ne cache les détails ? La Hire expliquoit aſſez bien ces prétendus éclairs. La lune a des cavités telles qu'on n'en connoît point ſur la terre ; ces cavités ſeches peuvent faire l'effet du miroir concave & réfléchir la lumiere du ſoleil toute vers un point : alors pour peu qu'elles

(*a*) Mém. Acad. des Scien. année 1715, p. 70 & 83.

(*b*) Elle fut de 4′ 9″ à Upſal ; c'eſt à peu près la plus longue durée qu'elle puiſſe avoir. (*Tranſ. phil.* 1715, N°. 345).

(*c*) Mém. Acad. Scien. 1715, p. 89. Tranſactions philoſophiques, an. 1715, N°. 343.

Ces éclairs ont été vus à Wittemberg par Weidler dans l'éclipſe partiale de ſoleil du 4 Août 1738. L'éclipſe étoit de neuf doigts. (*Tranſ. phil.* 1739, N°. 454).

changent de place par la rotation de la lune, le foyer fera beaucoup de chemin, & laiſſera ſur ſa trace un trait de lumiere éclatant qui diſparoîtra ſubitement. Un effet rapide peut naître de la rotation aſſez lente de la lune, il eſt doublé par la réflexion: & d'ailleurs les écarts ſont augmentés par la diſtance, Cette explication ne doit être admiſe que pour les éclairs qui auront paru vers le bord de la lune, & ce ſont auſſi ceux qui ont été le plus sûrement obſervés (*a*).

Le ſecond phénomène fut celui de l'atmoſphère du ſoleil. On vit à Londres un cercle lumineux de couleur d'argent, qui parut autour de la lune, auſſi-tôt que le ſoleil fut entiérement caché, & qui diſparut à l'inſtant du recouvrement de la lumiere. Halley jugea d'abord que c'étoit l'atmoſphère de la lune. Cependant, en conſidérant que cet anneau avoit une étendue d'environ un doigt, c'eſt-à-dire, de la douzieme partie du diametre lunaire, Halley vit que cette atmoſphère auroit plus de ſoixante-cinq lieues de hauteur; ce qui eſt abſolument ſans vraiſemblance. Car il faut bien remarquer que cette atmoſphère qui nous renverroit un trait de la lumiere du ſoleil, couvert par le globe ſolide de la lune, ne pourroit le faire que par réfraction: ce ne ſeroit donc que la partie réfractive de cette atmoſphère qui auroit ſoixante-cinq lieues de hauteur; tandis que ſur notre globe quarante fois plus gros, ſur notre globe qui domine la lune, notre atmoſphère réfractive n'a que ſept mille toiſes. Halley vit de plus que vers le moment de l'émerſion la couronne parut plus large au bord occidental de la lune, où le ſoleil alloit ſe montrer; Halley ſuſpendit ſon jugement (*b*): cette derniere circonſtance prouve bien que c'étoit l'atmoſphère du ſoleil.

(*a*) Hiſt. Acad. des Scien. 1715, p. 54. (*b*) Tranſ. philoſ. 1715, N°. 343.

§. XXII.

L'ÉCLIPSE totale de 1724 fut obſervée à Paris avec les mêmes apparences; on remarqua ſurtout la couronne lumineuſe qui entoure le ſoleil (*a*). Cependant, ſoit par le penchant naturel des hommes à rejeter les idées des autres pour en chercher de nouvelles, ſoit peut-être qu'on trouvât la réputation de D. Caſſini trop grande & trop étendue, aucun aſtronôme de l'académie, excepté J. Caſſini ſon fils, ne rapporta les apparences de ces éclipſes à la lumiere zodiacale & à l'atmoſphère du ſoleil, quoique ces apparences ne fuſſent viſiblement que celles de cette atmoſphère. Le chevalier de Louville ſoutint que c'étoit l'atmoſphère de la lune; il y revint pluſieurs fois avec affectation. La Hire, & après lui M. Deliſle voulurent expliquer le cercle lumineux par un certain éparpillement de la lumiere réfléchie; ils firent en conſéquence des expériences aſſez curieuſes. La Hire ſuſpendit une pierre ronde de couleur griſe & non polie de deux pouces de diamètre; elle étoit placée devant un corps lumineux, & de maniere que le corps étoit entiérement caché, la Hire alors apperçut que les bords de la pierre paroiſſoient fort clairs; il attribua à la réflexion des inégalités de la pierre ce qui ſemble appartenir à l'inflexion des rayons de la lumiere, & il penſa que cette apparence expliquoit la couronne lumineuſe apperçue pendant l'éclipſe (*c*). M. Deliſle introduiſit un rayon ſolaire dans une chambre obſcure par une très-petite ouverture; il reçut ce rayon ſur un cercle de plomb plus grand que l'image ſolaire, enſuite il reçut l'image du tout ſur un carton blanc. Le cercle de plomb formoit un rond obſcur, environné d'une zône

(*a*) Mém. Acad. Scien. an. 1724, p. 176 & 189.
(*b*) *Ibid.* 1715, p. 89.
(*c*) *Ibid.* p. 161.

claire. Cette expérience paroît offrir les principales circonſtances de l'éclipſe; & d'autant mieux que Wurſtzelbaur, dans l'éclipſe du 12 Mai 1706, a vu ſur un carton le cercle lumineux autour du ſoleil. M. Deliſle conclut que ce cercle lumineux ne prouve pas une atmoſphère, puiſque la zône claire de ſon expérience a été produite ſans qu'il y eût d'atmoſphère autour du cercle de plomb (*a*).

Ces expériences ingénieuſes n'ont point détruit la conjecture plus ingénieuſe encore de Dominique Caſſini. Le ſoleil a gardé l'atmoſphere que ce grand homme lui a donnée; c'eſt aujourd'hui l'opinion générale. Les cauſes les plus naturelles, & ſans doute les plus vraies, ſont celles qui expliquent, qui enchaînent plus de faits; elles ſont conformes à l'eſprit économique de la nature. On apperçoit la lumiere zodiacale s'étendre en cône le long de l'écliptique, on la voit diminuer de denſité & d'éclat, en s'éloignant du ſoleil; on en doit conclure que dans le voiſinage de cet aſtre, autour des bords de ſon diſque, elle doit être plus ſerrée & plus lumineuſe. L'eſprit eſt donc conduit à imaginer une zône lumineuſe autour du diſque, zône rendue inviſible par la multitude des rayons ſolaires. On conçoit que ſi ce diſque étoit couvert, cette zône ſeroit libre de paroître, & ſe montreroit en forme de couronne; & lorſque dans une éclipſe totale, le globe du ſoleil entiérement caché eſt entouré d'un anneau de lumiere, l'œil y trouve ce qu'il y cherchoit, l'aſtronôme y découvre ce qu'il avoit prévu, & l'hypothèſe confirmée, qui a néceſſité cette concluſion, devient une vérité du ſyſtême du monde.

§. XXIII.

Ces travaux multipliés, tant d'obſervations avoient pour

(*a*) Mém. Acad. Scien 1715, p. 166 & ſuiv. Hiſt. p. 52.

objet de connoître les phénomènes, & de ſe mettre en état de les repréſenter. Le préſent n'eſt déjà plus à nous quand il arrive, nous ne l'étudions que pour l'avenir où nous vivons davantage par l'eſpérance. Les Caſſini, la Hire, Flamſteed, Halley, amaſſoient des matériaux pour ce grand ouvrage de la conſtruction des Tables, qui devoient imiter les mouvemens céleſtes, & qui avoient beſoin d'approcher de la vérité pour n'être pas démenties par le tems. Les Tables de la Hire parurent les premieres, & en 1702 (*a*). Mais ſoit qu'il ne jugeât pas la théorie des planetes aſſez avancée, ſoit qu'il ne voulût admettre que les faits purs & ſimples qui ſont toujours vrais, il n'employa aucune ſuppoſition, pas même les plus légitimes. Képler & Newton n'étoient que des hommes, la Hire, comme aſtronôme, ne voulut croire qu'au ciel, & ne ſe fier qu'aux obſervations (*b*). La forme des orbites, leur poſition dans le ciel, la vîteſſe & les inégalités des planetes, tout fut tiré de cette mine féconde. L'homme placé au milieu de l'empire de la nature, la ſuit & l'obſerve d'un œil infatigable; ſon regard pénetre partout; elle n'a pas plus d'aſile dans les eſpaces céleſtes que dans les profondeurs de la terre. La Hire a vaincu les plus grandes difficultés! Une obſervation eſt le réſultat de toutes les inégalités, le travail de les démêler eſt immenſe; il faut un profonde connoiſſance des phénomènes & une ſagacité rare: c'eſt cependant ce travail qui doit précéder celui des géometres. C'eſt donc à juſte titre que l'aſtronôme doit paſſer pour leur guide, puiſqu'il leur a montré l'enchaînement des phénomènes. L'aſtronôme peut dire, je vous ai menés par la main dans l'édifice du monde, je vous en ai indiqué les détours, la ſtructure, & vous en avez calculé les proportions.

(*a*) Les Tables de Caſſini ont été dreſſées par J. Caſſini, & n'ont paru qu'en 1740. Celles de Halley, établies ſur ſes obſervations & ſur celles de Flamſteed furent imprimées en 1719, & n'ont paru qu'en 1759.

(*b*) Mém. Acad. des Scien. 1700, p. 295, Hiſt. 1702, p. 75.

Mais la Hire eut trop de confiance dans ſes propres forces & dans l'obſervation, il eut tort de ſe défier de la théorie. Les loix de Képler, les vérités de Newton étoient des réſultats de l'obſervation; ce ſont encore des vérités. La Hire, en s'en tenant uniquement à ce qu'il voyoit des apparences des choſes, ne les pénétra point; il n'a fait dans ſes Tables aucun pas vers une exactitude nouvelle; il n'employa pour la lune que les quatre équations connues avant lui. Toutes ſes déterminations n'eurent en naiſſant que l'avantage d'être venues plus tard que les autres, & de donner des moyens mouvemens & des inégalités, connus & vérifiés par un plus long tems. L'obſervation eſt ſans doute le guide le plus sûr, mais c'eſt lorſqu'elle eſt éclairée elle même par la raiſon; ſans cette précaution, nous avons dit que les erreurs de l'obſervation peuvent être priſes pour des exceptions aux loix générales; en voici un exemple ſenſible. C'eſt une vérité de fait que la ligne des nœuds des planetes doit paſſer par le ſoleil; cet aſtre les voit chacune s'élever au-deſſus du plan de notre écliptique, autant qu'elles s'abaiſſent au-deſſous. La Hire admit le fait pour toutes les planetes, excepté pour Saturne. M. de la Caille l'a remarqué; une pareille bizarrerie ne peut avoir été ſuggérée à la Hire que par quelque erreur de l'obſervation, il s'eſt égaré pour lui avoir été trop fidele. La raiſon devoit cependant lui dire qu'il faut qu'une exception ait été conſtatée bien des fois pour infirmer une loi générale. Képler avoit mieux vu; il établit d'abord que le ſoleil étoit le centre de tout, cet aſtre eſt dans le plan de tous les orbes, la ligne des nœuds, celle des abſides, tout paſſe par ſon centre, tout tourne autour de lui, comme les corps céleſtes. La Hire eſt un des excellens obſervateurs que la France ait eus; nous

(a) Tables de la Hire, 1702, p. 45. (b) Hiſt. de l'Acad. Scien. 1745, p. 120.

ſommes loin de lui refuſer cette juſtice, mais nous devons à l'hiſtoire des ſciences de faire remarquer, quant aux réſultats, la différence de l'eſprit d'obſervation à l'eſprit philoſophique.

§. XXIV.

Un ouvrage qui parut en même tems que les Tables de la Hire, & qui commença à répandre les idées de Newton, en les mettant à la portée de plus d'eſprits, fut l'aſtronomie phyſique de Gregori; l'auteur y a raſſemblé toutes les connoiſſances acquiſes en Europe depuis un ſiecle, avec les découvertes géométriques relatives à la phyſique du ciel, & faites en Angleterre par Newton. Cette ſublime théorie n'avoit en général rien changé aux mouvemens connus & aux inégalités des planetes, il ſuffiſoit bien qu'elle expliquât ces inégalités; la lune ſeule, qui avoit été rebelle aux aſtronômes, demandoit le joug de la géométrie. Mais cette partie du ſyſtême du monde étoit la moins avancée & la moins perfectionnée par les recherches de Newton. Cependant il avoit découvert la marche de pluſieurs de ſes inégalités, il en avoit indiqué de nouvelles, on devoit s'en ſervir pour rendre les Tables meilleures; c'eſt ce que Gregori fit le premier: ſon ouvrage contient les principes de la conſtruction des Tables de la lune, d'après la théorie de la gravitation (*a*). Wiſthon, Anglois, Horrebow, Danois, enfin Flamſteed & Halley multiplierent ces applications: mais le premier François qui s'en occupa fut M. Deliſle en 1715, ſuivant le témoignage de M. de la Lande (*b*). Le Chevalier de Louville fit un pas de plus. Il y avoit deux manieres d'admettre les nouvelles

(*a*) Aſtr. phyſ. T. II, p. 490.

(*b*) M. de la Lande, *Aſt.* art. 1457 & ſuiv. M. de la Lande nomme encore parmi les premiers qui dreſſerent des Tables de la lune ſur les principes de Newton: le P. Grammatici, Jéſuite en 1716: Robert Wricht auſſi en 1726; Ange Capelli, Italien, en 1733.

inégalités

inégalités propoſées par Newton dans la théorie de la lune, ſoit en les regardant comme des équations néceſſaires, demandées par le calcul pour ſe rapprocher de l'obſervation, ſoit en admettant la cauſe même qui les a produites. Le chevalier de Louville alla juſques-là, & nous croyons qu'il fut le premier en France. Il eſt ſage de douter de tout ce qui peut reſſembler à un ſyſtême; mais lorſque le tems amene la confirmation de ce ſyſtême, il eſt ſage d'en faire uſage pour rectifier les idées anciennes. Le chevalier de Louville, dans ſes Tables du ſoleil établies en 1720, prit un parti contraire à celui de la Hire : il crut que les hypothèſes de Képler devoient ſervir de baſe à ces Tables; & il conſidere le mouvement elliptique des corps céleſtes comme produit par deux forces, l'une uniforme & de projection, l'autre centrale, dirigée au ſoleil, & ſemblable à la peſanteur. Louville penſoit & parloit alors comme Newton.

Louville crut appercevoir quelque diminution dans l'inégalité, dans l'équation du ſoleil; ce ſoupçon étoit ancien dans l'aſtronomie (*a*), mais il étoit nouveau dans l'aſtronomie moderne. Il ſe refuſa au mouvement propre de l'apogée du ſoleil, & ici l'eſprit d'analogie lui manqua (*b*). Cependant, comme l'a remarqué dès-lors M. de Fontenelle, le mouvement de l'apogée de la lune eſt indubitable, celui de l'aphélie de Mercure eſt très-ſenſible; & ces points ne ſont pas mobiles dans les orbites de ces deux planetes, ſans que l'analogie nous porte à croire qu'ils le ſont également dans les autres orbes, quoique moins ſenſiblement. M. de Fontenelle avoit particuliérement cet eſprit d'analogie & de préviſion : en rendant compte de la diminution ſoupçonnée dans l'équation du centre du ſoleil, l'illuſtre ſecrétaire de l'académie étend ce ſoupçon; il voit les excentricités

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 237 & 356.

(*b*) Mém. Acad. Scien. 1720, p. 35.

diminuer, les orbes abandonner peu-à-peu leur forme elliptique pour en prendre une circulaire, puis la quitter bientôt & s'allonger ſur un diametre, après s'être accourcis ſur l'autre. C'eſt ainſi que M. de Fontenelle ſavoit mettre du ſien dans le récit des idées d'autrui, mais ſans les altérer; au reſte cette vue eſt bien éloignée, & nous n'avons pu encore vérifier ſi même l'excentricité diminue réellement.

§. XXV.

Les efforts qu'on avoit faits pour perfectionner la théorie de la lune, les tables qu'on avoit dreſſées ſur les principes de Newton, ne rempliſſoient point complettement leur objet; on n'y trouvoit pas une connoiſſance exacte des mouvemens de cette planete; ſon lieu calculé différoit encore de pluſieurs minutes de ſon lieu obſervé. Ces tables étoient loin du degré d'exactitude néceſſaire à la navigation. Les voyages de mer ne peuvent s'entreprendre ſans une méthode pour trouver à chaque inſtant le lieu du vaiſſeau, & pour diriger ſa marche dans ces grandes plaines de l'Océan où les routes ne ſont point tracées. Ce ſont les aſtres qui ſervent de regle; on obſerve leur poſition, on marque l'inſtant, & en calculant l'inſtant où ils auroient la même poſition pour un lieu connu, la comparaiſon des deux inſtans donne la différence des méridiens & le lieu du vaiſſeau (*a*). Pierre Appian, Gemma Friſius, Morin, propoſerent d'employer les mouvemens de la lune (*b*); Galilée, D. Caſſini, les ſatellites de Jupiter (*c*). Halley, dans ſon voyage à l'île de Sainte-Helène en 1677, reconnut que la méthode la plus exacte étoit celle des mouvemens de la lune. L'obſervation

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtr. moderne, *ſuprà*, p. 134.

(*b*) *Suprà*, p. 175.

(*c*) *Suprà*, p. 136 & 328.

des ſatellites de Jupiter eſt trop difficile; la lune réunit tout, elle eſt après eux celui de tous les aſtres qui a le mouvement le plus rapide. Comme ce ſont ces changemens qui doivent ſervir de ſignaux, plus ils ſont prompts, plus ils ſont faciles à ſaiſir. Mais cette obſervation facile ne ſuffit pas; il faut que les mouvemens de la lune ſoient aſſez bien connus pour qu'on puiſſe en tout tems calculer l'inſtant où la lune aura la même poſition ſous un méridien également connu. Il s'en falloit bien en 1677 que la théorie de la lune fût aſſez avancée. Halley, pour ſuppléer à ce défaut, eut l'idée ingénieuſe d'employer l'ancienne période des Chaldéens, nommée *Saros*. Cette période de 18 ans & 10 jours, ramene à très peu près la lune dans le même point de ſon orbite, & dans le même aſpect à l'égard du ſoleil & de la terre. Il ne s'agit que d'obſerver la lune conſtamment & tous les jours, autant que cela eſt poſſible, de marquer chaque jour l'erreur des Tables; & après une période révolue, on aura la connoiſſance ſucceſſive des erreurs de ces tables, qui recommenceront à peu près dans le même ordre & avec la période. Dès que Halley fut revenu en Angleterre, il entrepric ce travail qu'il fut forcé d'interrompre en 1684; il expoſa ſon idée en 1710 dans une nouvelle édition des Tables Caroline de Street. Mais comme il manquoit d'obſervations & que Flamſteed, qui obſervoit depuis quarante années, ne communiquoit pas les ſiennes, il le força de les publier en 1712 pour l'utilité publique; & lorſqu'en 1720, après la mort de Flamſteed, Halley lui ſuccéda dans l'emploi d'aſtronôme royal, il continua lui-même les obſervations de la lune. Alors il vit avec ſatisfaction que les erreurs des tables étoient les mêmes en 1690, 1708, & 1727 (*a*); & il crut que ce moyen de les corriger

(*a*) Tables Carolines, édit. 1710. Tranſ. philoſ. 1731, N°. 421.

étoit sûr & permanent (*a*). Toutes les nations de l'Europe reconnoiſſoient l'utilité de l'aſtronomie pour la navigation ; on propoſa des prix pour encourager les recherches. Nous avons déjà parlé de ceux qui furent promis par la Hollande & par l'Eſpagne (*b*). M. le Duc d'Orléans, Régent de France en 1722, promit 100000 liv., mais huit ans auparavant le Parlement d'Angleterre avoit aſſigné par un acte authentique une ſomme de 20000 liv. ſterling, c'eſt-à-dire, de 460000 liv. argent de France, pour celui qui donneroit la méthode de trouver la longitude en mer. Comme l'exactitude rigoureuſe nous eſt toujours refuſée, on demandoit cette longitude à un demi-degré près. Ce demi-degré répond à deux minutes de tems, & en deux minutes de tems, la lune parcourt à-peu-près une minute dans ſon orbite. Il falloit donc que les Tables de la lune n'euſſent au plus que l'incertitude d'une minute. Halley eſpéroit y parvenir par le moyen de ſa période chaldaïque ; les tables, même celles qui avoient été perfectionnées ſuivant les vues de Newton, étoient bien éloignées de cette exactitude. Peut-être que cette imperfection, le peu de ſuccès du ſyſtême de l'attraction dans cette partie, faiſoit mal juger du principe qui lui ſert de baſe. Il n'étoit encore bien reconnu qu'en Angleterre ; on voyoit qu'il n'avoit pas ſuffiſamment perfectionné la théorie de la planete, qui avoit le plus beſoin de l'être ; on pouvoit héſiter ſur le principe, & douter de la vérité.

(*a*) *V.* M. le Gentil. Mém. Ac. Sc. 1756, p. 55. (*b*) *Suprà*, p. 136.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE QUATORZIEME.

Recherches relatives aux cometes & aux étoiles, & Progrès de l'Aſtronomie depuis 1687 juſqu'en 1730.

§. PREMIER.

Ce n'étoit pas ſeulement la lune, qui ſembloit ſe refuſer à la loi de la gravitation, le ſyſtême de Newton avoit paru recevoir un échec plus conſidérable. La grande opération de la méridienne de l'obſervatoire, ſuivie depuis Amiens juſqu'à Perpignan, fut achevée par D. Caſſini en 1701; environ ſept degrés de la terre avoient été meſurés. D. Caſſini remarqua que ces degrés diminuoient en allant du midi vers le nord. On peut tirer de cette diminution un indice de la figure du globe; ſi cette figure étoit un plan, c'eſt-à-dire, ſi la terre étoit plate, on parcouroit ſa ſurface ſans changer de latitude, parce que le globe, à cauſe de ſa petiteſſe, répondroit toujours au même point du ciel;

c'eſt la courbure de la terre qui fait que différens lieux répondent à différens points. Les degrés que nous meſurons dépendent donc de cette courbure, ils ſeroient égaux ſi elle étoit toujours égale & circulaire; la dimenſion des degrés démontre qu'elle n'eſt pas partout la même, les degrés doivent être plus grands où la courbure eſt moindre. Or une boule perd un peu de ſa courbure lorſqu'on l'aplatit, & c'eſt dans le lieu même où elle ſouffre cet aplatiſſement; les degrés, qui ſembloient augmenter du pôle vers l'équateur, nous conduiſoient donc à l'équateur même pour trouver l'aplatiſſement de la terre. Ce réſultat des meſures françoiſes étoit préciſément contraire au réſultat des principes du philoſophe Anglois.

D. Caſſini montra que les degrés meſurés diminuoient d'un 800e environ; les degrés de l'orbite de la lune comptés depuis l'apogée & placés comme les degrés de la France, entre le 40 & le 48e degré, paroiſſoient aſſujettis à la même diminution, il crut en conſéquence qu'il y avoit une certaine identité entre la figure de l'orbe du ſatellite de la terre & la figure de ſes propres méridiens. D. Caſſini ſe trompa: M. de Fontenelle, qui le ſuivit, ſe trompa auſſi, en eſpérant que cette reſſemblance de forme, qui s'eſt trouvée fauſſe, produiroit un jour de nouvelles connoiſſances; & que le myſtere du flux & du reflux pouvoit tenir en partie à quelque choſe de ſemblable (*a*). Nous ne faiſons point cette remarque pour inculper M. de Fontenelle, heureux par pluſieurs prédictions vérifiées. S'il n'avoit pas le génie qui fait les découvertes, il avoit ſouvent l'inſtinct philoſophique qui les prévoit. Nous voulons ſeulement tirer une concluſion importante: c'eſt que les apperçus d'un eſprit qui étend ſa vue au loin dans l'avenir, ne ſont que des

(*a*) Hiſt. Acad. des Scien. 1701, p. 96.

poſſibilités ; cet avenir peut les détruire auſſi bien que les confirmer ; & comme on ne peut blâmer l'auteur de ces vues quand elles ne ſont pas vérifiées, elles ne doivent rien ôter à la gloire de celui qui les réaliſe par une découverte.

§. II.

En effet ce rapport de figure entre l'orbe de la lune & les méridiens de la terre, fut détruit en 1713. Louis XIV ayant ordonné de continuer la méridienne juſqu'à Dunkerque, Jacques Caſſini, chargé de ce travail, l'acheva cette année : il trouva que la terre étoit plus aplatie que l'ellipſe de ſon ſatellite ; mais cet aplatiſſement fut conforme à celui qui réſultoit des premieres meſures. Le degré moyen entre Paris & Dunkerque fut trouvé de 56980 toiſes, moindre de 90 toiſes que celui de Picard, & de 137 toiſes que le degré moyen établi ſur les meſures méridionales (*a*). La terre reſta aplatie, mais vers l'équateur, au lieu de l'être par ſes pôles, comme Newton l'avoit annoncé. Le réſultat de ces opérations paroiſſoit d'autant plus sûr qu'il étoit appuyé ſur huit degrés meſurés de la terre.

Ce qu'il y a de ſingulier, c'eſt que Burnet, Anglois, conſidérant la force centrifuge à l'équateur, & ſon effet pour élever les eaux, au lieu d'en conclure, comme Newton, un renflement dans cette partie du globe, imagina que l'air s'oppoſoit à l'élévation des eaux ; & qu'elles étoient obligées de refluer vers les pôles, où elles donnoient au globe une figure alongée, comme ſi l'air des pôles ne ſe fût pas également oppoſé à ce reflux. Einſenſchmid, Allemand, fit antérieurement aux meſures françoiſes, une remarque meilleure, & qui ſembloit en

(*a*) Mém. Acad. Scien. an. 1718, p. 145.

autoriſer le réſultat ; il montra que le degré de Snellius, meſuré vers 52° de latitude étoit plus petit que le degré de Picard établi pour 49°. Celui de Riccioli pour Bologne & pour 44°, étoit encore plus grand, & enfin celui d'Eratoſthènes, qui répondoit au milieu de l'Egypte à 25°, étoit le plus grand de tous. Les degrés augmentoient donc d'étendue en approchant de l'équateur ; Einſenſchmid en avoit conclu que la figure de la terre étoit celle d'un ſphéroïde allongé par les pôles. La concluſion des meſures françoiſes étoit extraordinaire, mais elle n'étoit pas entierement nouvelle ; les meſures anciennes du degré paroiſſoient y conduire, comme les meſures modernes. Ces meſures étoient des faits dont on ſe croyoit toujours plus sûr que des réſultats de la théorie. Les faits ſont de la nature, qui n'eſt jamais en erreur ; il y a toujours dans les théories quelque choſe de nous qui peut nous tromper, ou qui du moins permet la défiance. Il eſt vrai que la diminution des degrés étoit bien petite pour contredire une théorie ſi juſtement établie, une théorie conforme d'ailleurs à un fait d'obſervation, l'accourciſſement du pendule à l'équateur. On voyoit donc ici les faits contre les faits ; il ſemble même qu'un petit nombre de toiſes de différence, dans des meſures où tant d'erreurs ſont poſſibles, étoit moins déciſif que deux ou trois lignes dont il faut accourcir le pendule. Mais l'Académie, toujours ſage, toujours prête à douter, n'étoit point aſſurée de la maniere dont la force centrifuge ſe combine avec la peſanteur, pour ralentir la chûte des corps, & forcer d'accourcir le pendule. Le fait de la meſure des degrés étoit direct, ces degrés donnoient ſucceſſivement une figure allongée ; on admit le fait, & la concluſion, en attendant que l'avenir dévoilât le moyen ſecret d'accorder les deux fairs oppoſés de l'accourciſſement du pendule & de l'aplatiſſement de la terre à l'équateur. J. Caſſini ſentoit cependant

cependant que des meſures plus éloignées donneroient des différences plus grandes & plus déciſives, & il deſiroit qu'on pût comparer deux degrés déterminés, l'un ſous l'équateur, l'autre vers les pôles (*a*); la différence devoit être de 655 toiſes.

§. III.

M. DE MAIRAN étoit doué d'un eſprit ſage, & cet eſprit, aidé de vues fines & ingénieuſes, devenoit un eſprit conciliateur: il ſavoit que la nature n'eſt jamais contraire à elle-même dans ſes faits; il ne pouvoit concevoir que deux faits vrais donnaſſent au globe une figure différente. Il penſa qu'il devoit exiſter un moyen de les ramener tous deux à la même concluſion, & voici ce qu'il imagina. La figure aplarie de la terre a été dérerminée par Newton & par Huygens, en ſuppoſant que la forme primitive de la terre avoit éré ſphérique. M. de Mairan ne penſe point que cette ſuppoſition ſoit néceſſaire; il ſuppoſe au contraire que ſa forme premiere a été allongée, & beaucoup plus qu'elle ne l'eſt aujourd'hui. Lorſque la révolution diurne a commencé, & que la force centrifuge a été produite, le globe s'eſt élevé ſous l'équateur d'une quantité proportionnée à cette force, il s'eſt aplati par les pôles, & cet aplatiſſement a diminué l'alongement primitif, ſans l'anéantir. Les degrés meſurés peuvent donc nous indiquer ce qui ſubſiſte encore de cet alongement, tandis que la chûte des corps, alrérée ſous l'équateur par la force centrifuge, demande un accourciſſement du pendule (*b*).

§. IV.

DÉSAGUILLIERS attaqua l'explication de M. de Mairan,

(*a*) Mém. Acad. Scien. 1713, p. 188. (*b*) *Ibid.* p. 231.

pour défendre Newton & les vérités nées en Angleterre ; il demandoit comment on pouvoit jamais former un ſphéroïde alongé, en faiſant agir enſemble deux forces telles que la gravité & la force centrifuge, dont l'une tend à donner à la terre une forme ſphérique, & l'autre une forme élevée ſous l'équateur & aplatie vers les pôles. L'argument étoit preſſant, la nature de ces deux forces s'oppoſe en effet à un alongement ; mais il falloit admettre l'attraction. M. de Mairan ne l'admettoit pas alors ; né dans le tems du plus grand empire de Deſcartes, il étoit encore ſon ſujet. Il vivoit à Paris, où l'on ne voyoit que des cartéſiens ; il vécut aſſez cependant pour voir le regne de Newton, & il fut aſſez ſage pour échanger les idées toujours cheres de ſa jeuneſſe contre les vérités nouvelles.

Quoique les Anglois fuſſent attachés avec juſtice aux déterminations de Newton, la meſure des degrés en France leur donnoit de l'inquiétude ; on voyoit une vérité démontrée par la raiſon géométrique, en oppoſition avec un fait d'obſervation. Ce ſchiſme de la théorie & de l'expérience étoit pénible ; on cherchoit à imaginer de nouvelles expériences pour décider la queſtion. Deſaguilliers propoſoit d'obſerver la durée de deux éclipſes de lune : la premiere vers les tropiques, lorſque la lune parcourt à peu près l'équateur de l'ombre ; la ſeconde vers les équinoxes, lorſque la lune la traverſe du nord au ſud, & à peu près dans le ſens de l'axe. Mais la différence de durée n'étant que de 29 ſecondes, il eſt impoſſible qu'elle ſe rende ſenſible dans l'obſervation des éclipſes de lune, & qu'elle ſerve à déterminer la figure de la terre. Deſaguilliers tenta une expérience pour détruire l'hypothèſe de M. de Mairan. Il prit deux anneaux de fer trempé & à reſſort, aſſemblés à angles droits ; ces anneaux étoient preſque circulaires, mais cependant un

peu alongés, & d'un 96e dans le ſens de l'axe ; c'étoient les colures d'un ſphéroïde oblong. Deſaguilliers eſſaya pluſieurs mouvememens de rotation ; il en trouva un qui rendit les deux diametres égaux. Un plus vif éleva l'équateur dans la proportion aſſignée par Newton pour notre globe, un plus rapide montra l'aplatiſſement de Jupiter (*a*). Cette expérience n'étoit pas ſi contraire à M. de Mairan. Car il pouvoit répondre que le mouvement diurne de la terre n'étoit pas aſſez rapide, n'avoit pas ſuffi pour amener le globe oblong à la forme ſphérique, encore moins à la forme aplatie. Mais la plus forte objection contre M. de Mairan eſt que les forces connues ne peuvent produire une forme oblongue & primitive ; la gravité ne fait que des globes, & dès que ces globes ne ſont pas fluides, la force centrifuge n'aura point d'action ſur eux : ſi l'auteur de l'univers avoit fait primitivement la terre ſolide & oblongue, elle le ſeroit encore, comme au ſortir de ſes mains. Deſaguilliers trouva cependant un autre indice de la forme de la terre ; il montra qu'en vertu de la force centrifuge qui naît de la rotation, le fil à plomb, à Londres & à Paris, devoit être détourné de la perpendiculaire d'environ cinq minutes : & comme cette déviation n'eſt point obſervée, comme le fil à plomb eſt réellement perpendiculaire à la ſurface de la terre, il a fallu que cette ſurface ſe ſoit diſpoſée pour cette perpendiculaire, ſe ſoit abaiſſée ; & cet abaiſſement ne peut avoir lieu que par l'aplatiſſement du globe. Deſaguilliers objectoit encore que les meſures faites en France ne pouvoient être déciſives : non que l'exactitude des opérations de Caſſini lui fût ſuſpecte, il lui rendoit une juſtice bien méritée ; mais l'homme le plus habile ſe ſert de tout le pouvoir de ſes organes, & ne peut aller

(*a*) Tranſac. philoſ. 1725, N°. 389.

au-delà. Sur l'inſtrument de dix pieds de rayon, employé à la meſure des degrés, on ne peut ſe flatter d'appercevoir dans la diviſion du limbe une partie moindre que la 20e partie d'une ligne; & cette vingtieme partie répond à huit ſecondes d'un degré céleſte, qui font 128 toiſes pour le degré de la terre. La différence des degrés meſurés n'atteignoit pas, ou ne ſurpaſſoit que bien peu cette erreur poſſible. Deſaguilliers ſouhaitoit, comme J. Caſſini, que l'on pût meſurer des degrés vers le pôle & ſous l'équateur, pour avoir de plus grandes différences (*a*). Les François ont fait peu de tems après ces entrepriſes deſirées : ils avoient élevé les premieres difficultés, c'eſt par leurs travaux qu'elles ont été réſolues ; & c'eſt à eux qu'appartient uniquement la meſure moderne de notre globe.

§. V.

Si le ſyſtême de Newton éprouvoit des difficultés, celui de Deſcartes s'écrouloit de toutes parts ; les cometes ſur-tout lui faiſoient le plus de tort. Non ſeulement quelques-unes étoient rétrogrades, marchant contre la direction des prétendus tourbillons, mais celle de 1707 s'éleva perpendiculairement du midi au nord. M. de Mairan ſentit que ces directions ne pouvoient avoir lieu dans le ſein même des tourbillons : il falloit les reléguer au-delà de l'orbe de Saturne, où finiſſent les révolutions planétaires ; mais il étoit démontré par les parallaxes obſervées, que les cometes approchoient plus près de la Terre que Saturne, beaucoup plus même que toutes les planetes, excepté la lune. M. de Mairan fut obligé de changer la forme des tourbillons de Deſcartes ; il leur ôta la ſphéricité. Ces tourbillons s'exercent dans le zodiaque, ils peuvent par conſéquent

(*a*) Tranſact. philoſ. an. 1725, N°. 386.

être enfermés dans cette zône étroite ; on peut les comparer à une meule qui a beaucoup de circonférence & de diametre, & peu d'épaiſſeur. Les cometes n'entrent point dans les tourbillons ; elles ne peuvent approcher de la terre dans le ſens du diametre de la meule, mais elles s'en approchent beaucoup dans le ſens de ſon épaiſſeur. Avec ces ſuppoſitions forcées qui annonçoient la ruine des opinions de Deſcartes, M. de Mairan expliquoit tout ; il regardoit les cometes comme des planetes qui appartiennent à un autre ſyſtême, & circulent autour d'un autre ſoleil. M. de Fontenelle applaudit à cette idée. *Il ſemble*, dit-il, *que de leur donner à toutes le ſoleil pour centre, ou pour foyer de leurs mouvemens, ce ſoit un reſte du penchant naturel qu'on a au ſyſtême Ptolémaïque, qui nous met au centre de tout ; ce ſeroit ſeulement ſubſtituer le ſoleil à notre terre* (a). M. de Fontenelle doutoit de l'empire du ſoleil : Képler l'avoit cependant ſoupçonné cent ans auparavant ; Newton venoit de le démontrer. Nous avons eu raiſon de dire que ce n'eſt pas avec l'eſprit philoſophique ſeul qu'on ſaiſit les vérités élevées ; il faut, pour les atteindre, une portion du génie qui ſert à les découvrir.

§. VI.

TANDIS qu'on flottoit ainſi d'opinions en opinions ſur les cometes, leur véritable théorie étoit bien connue & établie dans l'Angleterre ſi voiſine de nous. Deſcartes, qui fut utile à l'Europe en ruinant les anciens préjugés, nuiſit enſuite à la phyſique par les préjugés nouveaux qu'il leur ſubſtitua. Ces préjugés des hommes & des nations ſont des obſtacles plus grands, des barrieres plus difficiles à ſurmonter que l'intervalle

(a) Mém. de l'Ac. des Scien. année 1725, p. 173 ; Hiſt. p. 63.

des mers & la distance des continens. Lorsque M. de Fontenelle écrivoit ces choses, il y avoit déjà vingt ans que Halley, développant les principes de Newton, avoit donné la théorie des cometes; ce fut en 1705. Halley expliqua la méthode de déterminer l'orbite parabolique d'une comete, au moyen de trois observations; & joignant les exemples aux préceptes, il calcula lui-même les positions & les élémens des orbites de ving-quatre cometes jusqu'alors observées : il en trouva treize dont le mouvement propre étoit rétrograde, & onze seulement qui avoient un mouvement direct. Leur route s'écarte dans toutes les directions du ciel; ainsi les cometes n'ont point de zodiaque, comme D. Cassini l'avoit soupçonné (*a*). Comme ces différentes cometes approchent les unes plus, les autres moins près du soleil, Halley soupçonne qu'il peut y en avoir, qui ne s'approchent pas assez ni du soleil, ni de la terre pour devenir visibles. Enfin en comparant ensemble les orbites de ces vingt-quatre cometes, il observa que la comete de 1607 avoit la même orbite que la comete de 1682. La comete de 1531 avoit encore la même orbite; voilà donc trois cometes qui ont le même mouvement, qui ont parcouru une orbite semblablement placée à l'égard de l'écliptique, & absolument identique; elles ont paru chaque fois après le même intervalle de tems, comme si c'étoit une révolution accomplie & renouvelée. En effet de 1531 à 1607, il y a 76 ans, & de 1607 à 1682, il y a 75 ans. Ces apparitions également éloignées avoient bien l'air de révolutions périodiques. Halley étoit incertain sur ce qu'il devoit prononcer; en remontant plus loin, il ne trouvoit plus de cometes observées par des astronômes. Mais ses recherches sur

(*a*) Le mouvement perpendiculaire de la comete de 1707 l'en avoit lui-même dissuadé. (*Mém. Acad. des Scien.* année 1708, p. 97).

l'hiſtoire ſuffirent pour l'éclaircir. Il y trouva des apparitions de cometes dans les années 1456, 1380, 1305; cette conſtance de retours, cette égalité d'intervalles le décida tout à fait. Il ne douta point que ces aſtres ne fuſſent des planetes qui tourniaſſent autour du ſoleil dans des ellipſes, comme Newton l'avoit enſeigné. Ces aſtres doivent avoir des révolutions périodiques, comme les autres planetes; il établit que la petite comete qui parut en 1682, avoit une période de 75 ou 76 ans, & il annonça avec confiance qu'elle reparoîtroit en 1758. Il conjectura que la comete de 1532 pourroit bien être la même que la comete de 1661; c'eſt celle que nous attendons en 1790. Newton étoit vivant & jouit de cette gloire.

§. VII.

La fameuſe comete de 1680 ſemble confirmer cette brillante découverte. Halley trouva par ſes recherches trois autres apparitions de cometes, remarquables par une queue longue & menaçante, & notées ſans doute dans l'hiſtoire, à cauſe de l'effroi des peuples. L'une s'eſt montrée quarante-quatre ans avant notre ère, au tems de la mort de Céſar, & ce fut le ſigne de ſon apothéoſe; une ſeconde en 531, une troiſieme en 1106. Ces trois cometes ſont ſéparées par des intervalles de 575 ans. La comete de 1106 a été ſuivie de même de la comete de 1680 & 1681, après un intervalle égal de 575 ans. Ces quatre cometes ne ſont donc que quatre apparitions d'une ſeule & même comete, qui ſe meut autour du ſoleil dans une longue révolution de 575 années (a). Les fables ſont ſouvent

(a) Tranſactions philoſop. année 1705, N°. 297. Principes mathém. de la philoſ. natur. édit. franc. Tom. II, p. 137.

utiles à la connoiſſance des faits ; ce ſont des deſſins tracés & des couleurs poſées ſur un canevas hiſtorique : ce canevas ſubſiſte avec elles, & la vérité demeure aux hommes par le ſoin qu'ils ont pris de l'orner. M. Freret, qui avoit une profonde connoiſſance des choſes anciennes, & l'eſprit philoſophique néceſſaire pour les pénétrer, trouva dans les fables conſervées pluſieurs indices de l'apparition de cette comete. Ovide dit qu'Electre, femme de Dardanus, & l'une des ſept Nymphes, fille d'Atlas, s'eſt cachée pour fuir le ſpectacle des malheurs de Troie (*a*). Selon Hygin, Electre ne pouvant plus ſoutenir la vue des danſes de ſes ſœurs, abandonna le zodiaque au tems des malheurs de Troie, & ſe retira vers le pôle arctique, marchant dans le déſordre d'une perſonne accablée de la plus vive douleur ; ſes cheveux épars & négligés lui firent donner le nom de comete (*b*). Avienus ajoute qu'elle ſe remontre de tems en tems aux mortels, mais toujours avec l'appareil d'une comete. *Les différentes circonſtances de cette fable, dans laquelle on ſuppoſoit qu'une des Pléïades, avec la figure & le nom d'une comete, abandonnant le zodiaque, avoit été ſe cacher vers le pôle au tems de la guerre de Troie ; & qu'elle ſe remontroit encore de tems en tems pour effrayer les mortels ; ces circonſtances ſont, ce me ſemble*, dit M. Freret, *une alluſion manifeſte à l'apparition d'une comete, qui s'étant montrée d'abord entre les conſtellations du Bélier & du Taureau aux environs des Pléïades, traverſa la partie ſeptentrionale du ciel & alla diſparoître vers le cercle arctique.* M. Freret place cette apparition vers l'an 1193 avant notre ère ; une autre fable va lui indiquer une apparition plus ancienne. L'étoile Canope en arabe ſe nomme Sokeil ; ce Sokeil avoit épouſé la conſtellation d'Orion, dont les Arabes

(*a*) Ovide, *Faſtes, Lib. IV*, v. 177. (*b*) Hygin, *Aſtr. poët. Lib. II, de Tauro.*

font

ſont une femme; comme ſon amour étoit ardent, & ſes tranſports un peu violens, il bleſſa la nouvelle épouſe : accablé de douleur après cet accident, il abandonna le ſéjour du zodiaque, traverſa le fleuve céleſte, & s'alla réfugier auprés du pôle auſtral. Si cette fiction a quelque fondement hiſtorique, dit M. Freret, ce ne peut être qu'une comete, qui, s'étant montrée dans la conſtellation d'Orion, ſe ſera avancée par ſon mouvement propre vers le pôle méridional, & aura ceſſé d'être viſible aux environs de Canope. M. Freret en fixe l'époque à l'an 1766 avant J. C.; il trouve encore dans les livres Sibyllins une autre comete qu'il rapporte à l'an 618, auſſi avant J. C. Ces différentes cometes ſont éloignées d'environ 575 ans; ainſi voilà trois apparitions vraiſemblables que l'on peut ajouter aux trois que Halley a déjà trouvées dans l'hiſtoire. Il paroît donc que l'on peut ſuivre les ſept retours de la même comete depuis l'an 1766 avant J. C. juſqu'à l'an 1680 de notre ère.

§. VIII.

PENDANT ces recherches, Flamſteed obſervoit conſtamment le ciel; il en décrivoit les différentes parties; il déterminoit ſucceſſivement la poſition de toutes les étoiles : il travailloit avec cette patience qui rend les ouvrages durables. L'homme doit être le maître de ſes productions, il n'eſt point de propriété plus réelle & plus reſpectable; il ſait mieux que perſonne la perfection qui manque encore à la perfection qu'il peut atteindre; & lorſqu'il demande du tems, il ne faut pas le lui refuſer. Quoique le travail de Flamſteed ſur les étoiles fût peut-être complet, ce grand aſtronôme eſpéroit ſans doute le perfectionner par ſes veilles. L'aſtronôme vit & meurt en revenant ſur ſes travaux, & en ſe corrigeant. Halley, impatient de jouir, ſoit par le motif de l'utilité publique, ſoit par un

intérêt particulier, & pour établir les inégalités de la lune dans la période chaldaïque (*a*), força Flamſteed en 1712 de publier & ſes obſervations & ſes réſultats. Flamſteed vit avec peine une édition faite ſans lui & malgré lui (*b*); il ne la regarda point comme ſon ouvrage, & il en prépara une autre qui n'a paru qu'en 1725, & après ſa mort. Cette édition eſt le plus magnifique recueil que poſſede l'aſtronomie. On y trouve toutes les obſervations de Flamſteed pendant cinquante années; & ce long intervalle enferme bien des obſervations, lorſque les jours & les nuits ont été employés, lorſque tous les momens favorables & les faveurs d'un ciel changeant ont été ſaiſis! On y trouve les obſervations de Flamſteed faites à Derby, à Londres, & enfin à Gréenvich depuis 1668 juſqu'en 1690, ſur les étoiles fixes, les planetes, les cometes, les taches du ſoleil & les ſatellites de Jupiter. Flamſteed alors employoit la méthode des diſtances pour déterminer la poſition des aſtres (*c*). En 1689, il eut un mural placé dans le méridien. Les obſervations depuis 1690 juſqu'en 1718, ſont les paſſages des planetes & des étoiles par le méridien; c'eſt par ces obſervations qu'il a fondé les poſitions des étoiles. Les principales, les plus belles ont été déterminées au moyen de la méthode que nous avons décrite (*d*), & la poſition des petites étoiles a été fixée par leur comparaiſon avec les grandes. Flamſteed a joint à ſon catalogue ceux de Ptolémée, d'Ulug-Beg, de Tycho, du Landgrave de Heſſe, d'Hévélius, le petit catalogue des étoiles auſtrales obſervées par Halley, enfin tout ce que les hommes ont fait ſur les étoiles depuis la connoiſſance de l'aſtronomie. Tous les catalogues ſont dans ce recueil, mais ils ſont tous

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtron. mod. *ſuprà*, p. 635.
(*b*) *Acta erud.* 1721, p. 463.
M. de la Lande, *Aſtron.* art. 570.
(*c*) *Suprà*, p. 293.
(*d*) *Suprà*, p. 589.

effacés par le grand travail de Flamſteed, le plus vaſte qu'on eût encore entrepris & exécuté. Trois mille étoiles ont été obſervées, & leurs poſitions conſignées à la poſtérité. Ce catalogue a été la baſe de preſque toutes les recherches aſtronomiques; commencé quelque tems après celui d'Hévélius, il a une grande ſupériorité par la perfection des méthodes, & ſurtout des inſtrumens dont Hévélius avoit refuſé de ſe ſervir. Toutes ces poſitions d'étoiles, obſervées à la fois & en grand nombre, n'ont pas la préciſion ſoignée des déterminations particulieres de quelques aſtronômes plus modernes, elles ne ſont pas corrigées des petits mouvemens découverts depuis dans les étoiles; elles ne ſuffiſent donc pas à des recherches délicates, & pour leſquelles l'aſtronôme curieux de l'exactitude auroit beſoin d'établir lui-même le lieu des étoiles qu'il employe. Mais, outre l'avantage de montrer par un dénombrement plus complet des étoiles, le tableau du ciel & le détail de ſes richeſſes, ce catalogue ſert encore, & ſans examen, pour comparer les cometes aux étoiles, & pour déterminer leur route & leur mouvement.

§. IX.

Nous avons remis à l'époque où nous ſommes, c'eſt-à-dire, au commencement du dix-huitieme ſiecle l'hiſtoire des tentatives, qui ont été faites pour déterminer la parallaxe de l'orbe annuel & la diſtance des étoiles. Le ſyſtême de Copernic avoit eu long-tems, il avoit encore des ennemis; il n'y a peut-être que l'erreur qui ſoit d'abord & tout-à-coup générale. En 1720 un chanoine Bavarois, nommé Euſebe Amort, mit au jour *un nouveau ſyſtême* d'une vieille philoſophie; c'étoit la terre réplacée au centre du monde, au milieu des tourbillons (*a*); c'étoit Ptolémée

(*a*) Weidler, p. 601.

aſſocié à Deſcartes. En 1695 un moine nommé Fontana (*a*), avoit oſé davantage; il rejeta toute cauſe mécanique pour mouvoir les planetes, il leur donna à chacune un principe actif & ſpirituel, une intelligence (*b*). C'étoit une abſurdité antique; les anciens avoient animé les aſtres, les Perſes leur donnerent des génies, les chrétiens Aſiatiques des anges pour les conduire. Cette abſurdité reparoiſſoit dans un ſiecle éclairé; tant l'erreur eſt une maladie dont l'eſpece humaine a peine à ſe guérir! On juge bien que le mouvement de la terre, le ſyſtême de Copernic, contraire au témoignage des ſens, quoiqu'admis par les meilleurs eſprits, ne l'étoit point par la multitude. Si la terre ſe meut, ſon axe, toujours parallèle à lui-même, devroit répondre dans le cours de l'année à différentes étoiles. Cet axe, mu en cercle autour du ſoleil, décrit par ſon extrémité un cercle dans le ciel; il ſemble que ce cercle devroit occuper un eſpace ſenſible, puiſqu'il répond à un orbe dont le diametre a plus de 60 millions de lieues; les étoiles devroient changer de lieu, ſuivant le lieu où nous ſommes dans notre orbite. On a peine à croire que l'on voyage, quand on ne change ni d'aſpect, ni de relation avec les objets environnans. On n'avoit alors, & on n'a encore à oppoſer à cette objection que la diſtance infinie des étoiles; diſtance qui fait que le diametre de l'orbe annuel de 60 millions de lieues ne ſe projette ſur le ciel que comme un point inſenſible à notre organe: nous nous mouvons ſans faire de parallaxe, nous changeons de lieu ſans que les étoiles changent de place. Quoique cette réponſe ſuffiſe, lorſque tant d'autorités & de preuves multipliées établiſſent le mouvement de la terre, les aſtronômes,

(*a*) Ce Fontana ne doit pas être confondu, avec celui qui revendiqua envain l'invention du téleſcope, mais qui eſt connu pour quelques bonnes obſervations. (*Supra* p. 166.

(*b*) Weidler, p. 572).

empreſſés de détruire cette objection à un ſyſtême qui ſe fait aimer par ſa ſimplicité, les philoſophes, qui ſavent que la vérité ne peut jamais être trop évidente, ſe ſont efforcés d'imaginer & d'exécuter des obſervations fines & délicates, pour découvrir la parallaxe de l'orbe annuel, ou le changement du lieu des étoiles, qui réſulte du mouvement de la terre dans ſon orbite. Les variations de cette parallaxe doivent être périodiques & annuelles comme ce mouvement.

Tycho ne négligea point de chercher ſi les variations des étoiles indiquoient ce mouvement, & on juge bien qu'il fut content que ſes obſervations n'en donnaſſent aucun indice. Cette tentative prouve ſeulement que ſes inſtrumens n'étoient pas aſſez ſubtils pour cette recherche. Riccioli ne fut pas plus heureux, & ne deſiroit pas de l'être davantage (*a*). Galilée, le défenſeur intrépide de Copernic, chercha auſſi cette parallaxe; mais avec d'autres intentions. Partiſans, adverſaires du mouvement de la terre, tous vouloient amener l'univers à penſer comme eux, tous deſiroient que les obſervations fuſſent conformes à leurs opinions différentes. Les uns vouloient confirmer, le autres détruire une vérité. L'effet de cette parallaxe eſt, ſelon les tems, d'approcher ou d'éloigner une étoile du zenith ou du pôle; Galilée fixa une lunette dans une poſition invariable, il plaça à une grande diſtance une lame de métal, qui cachoit une des étoiles de la grande Ourſe, lorſqu'elle arrive à ſa plus petite hauteur méridienne. Il crut que ſi cette étoile, cachée dans une ſaiſon, paroiſſoit dans une autre, ce ſeroit un effet de la parallaxe annuelle, mais il ſe trompa. L'inégalité des réfractions, qui naît de la température, ſuffit pour le produire, & le moyen étoit inſuffiſant (*b*). Wallis en propoſa un

(*a*) Képler, *Epit. Aſtron.* p. 493. Riccioli, Almag. Tome II, p. 152.

(*b*) Hiſtoire des Mathématiques, T. I, p. 547.

autre, qui fut d'obſerver le point de l'horizon où la même étoile ſe couche dans les différentes ſaiſons de l'année (*a*); mais les étoiles ſont difficiles à voir à l'horizon : d'ailleurs il ſemble qu'il faudroit une parallaxe un peu grande pour produire un effet ſenſible. En Angleterre, Hook, rempli de philoſophie & d'ardeur pour les grandes découvertes, Hook qui encouragea Newton, & qui lui demanda le ſyſtême du monde, tenta en 1674, la recherche de la parallaxe des étoiles; il dirigea une lunette de 36 pieds à une étoile du Dragon qui paſſe près du zenith, & il trouva qu'elle étoit aſſujettie à une parallaxe d'environ 15 ſecondes (*b*). Cette belle découverte n'a point été confirmée; Hook a été ſans doute trompé par les erreurs de ſes obſervations; il cherchoit une parallaxe, il en deſiroit une, il en ſaiſit ſans examen les premieres apparences.

§. X.

Flamsteed, qui reconnut que Hook s'étoit trompé, renouvela l'entrepriſe en 1689; il obſerva l'étoile polaire, & il y apperçut une variation qu'il regarda comme l'effet de la parallaxe annuelle (*c*); cette parallaxe étoit de $1' 20''$, & par conſéquent très-remarquable. Mais il ſe trompa comme Hook, & même plus que lui; car le réſultat des obſervations de Hook étoit réellement conforme à l'effet de la parallaxe annuelle, au lieu que les variations obſervées par Flamſteed, étoient contraires à celles, qui ſeroient produites par cette parallaxe. C'eſt ce que démontra J. Caſſini (*d*). Il étoit cependant diffi-

(*a*) Tranſactions philoſophiques, N°. 202.

(*b*) *An attempt to prove the motion of Earth.*

(*c*) Tranſac. philoſoph. 1701, N°. 270, Flamſteed notifia cette découverte par une lettre datée du 20 Décembre 1698. *Wallis Opera*, Tom. III.

(*d*) Hiſt. Acad. Scien. 1699, p. 80, Mém. p. 177.

cile de douter des obſervations d'un excellent obſervateur tel que Flamſteed ; on prit le parti de chercher une autre cauſe à ces variations. M. de Fontenelle penſoit que les étoiles n'étoient pas immobiles, & toujours Cartéſien, il diſoit : *comment ne ſeroient-elles pas un peu flottantes dans ce grand liquide qui les contient, & qui eſt toujours en mouvement ?* Gregori croyoit que la terre avoit une hémiſphere plus denſe & plus peſant que l'autre, d'où il pouvoit réſulter quelque mouvement du globe (*a*). Flamſteed lui-même ne regardoit pas ſes obſervations comme déciſives, car il ſouhaitoit qu'elles fuſſent vérifiées avec un inſtrument de 15 ou 20 pieds de rayon (*b*) ; cependant une variation de 80 ſecondes ne demande pas un ſi grand inſtrument. Mais ce qu'il deſiroit a été effectué. M. Graham, celebre horloger Anglois, a conſtruit un ſextant de 24 pieds de rayon pour M. Molyneux, qui chercha la parallaxe & qui n'en trouva pas (*c*). Roëmer, Horrebow la chercherent en Danemarck par les différences d'aſcenſion droite de deux étoiles, comparées dans tous les tems de l'année ; Manfredi la cherchoit en Italie par le même moyen. Mais les différences d'aſcenſion droite ſont connues par le tems ; une ſeconde de tems, dont l'obſervateur ne doit peut-être pas répondre, eſt équivalente à un arc de 15 ſecondes. Il faudroit que la parallaxe fût bien ſenſible pour l'être par ces méthodes ; auſſi ces obſervations ne montrent-elles, dit-on, que les irrégularités qui naiſſent des erreurs de l'obſervation.

(*a*) *Aſtron. phyſica*, Lib. III, p. 53.

(*b*) M. de la Lande, *Aſtron.* art. 2775.

(*c*) Rowley en Angleterre, propoſa de placer un objectif au haut d'une des tours de S. Paul de Londres, pour obſerver la parallaxe annuelle. On dit que Newton s'y oppoſa, dans la crainte que quelques variations dans la maſſe du bâtiment ne fiſſent tirer de fauſſes concluſions (*M. de la Landé, Aſtron.* article 2776). Mais il ſemble qu'un bâtiment ancien, qui auroit fait tout ſon effet, ſeroit très-propre à cette recherche ; une pareille obſervation nous manque encore. On pourroit avoir ainſi un inſtrument de quatre-vingt ou cent pieds, & la parallaxe pourroit bien s'y manifeſter, quoiqu'elle ſoit inſenſible pour un ſextant de vingt-quatre pieds.

Les obſervations d'Italie ſont quelquefois contraires à celles de Danemarck, & les unes & les autres ne démontrent point la parallaxe (*a*). J. Caſſini crut, en obſervant Sirius, lui reconnoître une parallaxe de ſix ſecondes (*b*). Quelques obſervations de M. de la Caille conduiſent au même réſultat. Sirius étant la plus belle, la plus brillante étoile du ciel, ſemble être la plus proche de nous, elle devroit avoir la parallaxe la plus ſenſible; mais ces apparences ne ſont ni aſſez conſtantes, ni aſſez sûres pour que l'on puiſſe rien conclure à cet égard. Malgré les efforts répétés juſqu'à nos jours, la parallaxe des étoiles eſt reſtée inſenſible; & comme l'hypothèſe du mouvement de la terre, vérifiée par tous les phénomènes, eſt aujourd'hui une vérité fondamentale, il eſt également certain que la diſtance des étoiles les plus proches de nous eſt comme infinie. En décrivant notre orbe de 60 millions de lieues de diametre, nous nous agitons, nous nous mouvons à leur égard, comme ſur un point imperceptible de l'eſpace, ou plutôt comme ſi nous ne nous mouvions pas.

§. XI.

Jacques Cassini, occupé de ces idées univerſelles, tenta d'eſtimer la groſſeur des étoiles; il choiſit Sirius, qui eſt la plus belle; & pour la dépouiller de l'effet de la ſcintillation, qui diminue dans les grandes lunettes, il employa l'excellent objectif de Campani de 34 pieds de foyer: comme cette ſcintillation, cette augmentation de grandeur eſt encore proportionnelle à la quantité de lumiere, il diminua l'ouverture & la réduiſit à un pouce & demi; alors le diſque de Sirius,

(*a*) M. de la Lande, *Aſtron.* art. 2779. Hiſt. des Math. Tome I, p. 550.

(*b*) Mém. de l'Acad. des Scien. an. 1717, p. 256.

dépouillé

dépouillé de ſes rayons étincelans, parut aſſez bien terminé. Caſſini en compara la grandeur à Jupiter, qui étoit en même tems ſur l'horizon, avec un diametre de 50″; l'un parut la dixieme partie de l'autre, & le diametre de Sirius fut jugé de 5 ſecondes. J. Caſſini obſerve que cette étoile ne peut pas être moins éloignée que Saturne, & placée à la même diſtance, elle auroit 7000 lieues de diametre. Si, comme il eſt naturel de le penſer, les étoiles les plus petites ſont le plus loin de nous, celles de la ſixieme grandeur ſeront ſix fois plus éloignées que Sirius; & les étoiles que l'on n'apperçoit qu'avec un téleſcope propre à groſſir 200 fois, & qui ainſi groſſies ne paroiſſent que ſemblables à une étoile de la ſixieme grandeur, ſeront donc 1200 fois plus diſtantes que Sirius. Mais ce n'eſt pas tout; Caſſini avoit cru trouver à cette étoile une parallaxe de 6 ſecondes. Il en réſulte que la diſtance de Sirius paroiſſoit de 438 millions de diametres de la Terre, c'eſt-à-dire, qu'elle devoit être 17 à 18 mille fois plus grande que celle du Soleil à nous. Sirius, reculé à cet éloignement, beaucoup au-delà de la région de Saturne, où on l'avoit d'abord ſuppoſé placé, & vu ſous un diametre de 5 ſecondes, ſeroit un million de fois plus gros que le Soleil, qui eſt lui-même un million de fois plus gros que la Terre. L'imagination eſt étonnée de cette échelle de grandeurs & de maſſes croiſſantes! Mais ſi l'on fait attention que Sirius, 18000 fois plus éloigné que le Soleil, nous envoye cependant une lumiere très-vive, on ſentira que le foyer d'où part cette lumiere doit être immenſe; & ces étoiles, qui ſont 1200 fois plus petites en apparence que Sirius, on peut juger & de leur éloignement & de leur groſſeur (*a*)! Huygens a imaginé un moyen très-ingénieux

(*a*) Mém. Acad. des Scien. année 1717, p. 256.

d'eſtimer l'énorme diſtance des étoiles ; il a préparé une lunette de maniere qu'elle diminuât le diametre du Soleil, au point qu'il ne parût qu'égal en grandeur & en clarré à Sirius ; il a calculé qu'il avoit rendu le diametre du Soleil 27664 fois plus petit. C'eſt comme s'il avoit porté le Soleil 27664 fois plus loin. Donc, en ſuppoſant que Sirius ſoit égal en grandeur & en éclat au Soleil, ſa diſtance eſt 27664 fois plus grande que la diſtance du Soleil, qui eſt d'environ 33 millions de lieues (*a*). Huygens, ſuppoſant comme Caſſini, que Sirius fût un million de fois plus gros que le Soleil, auroit trouvé une diſtance encore cent fois plus grande. Si ces expériences & ces obſervations ne faiſoient point connoître la parallaxe annuelle & la diſtance réelle des étoiles à la terre, elles prouvoient au moins que cette diſtance ſurpaſſoit 20 ou 30 mille fois celle du ſoleil. Halley combattit les concluſions que Jacques Caſſini tiroit de ſes obſervations ; il remarque à l'égard du diametre de Sirius, que celui des étoiles nommées l'Œil du Taureau & l'Épi de la Vierge, ne paroît pas ſenſible ; elles ſont éclipſées par la Lune dans un inſtant indiviſible. Sirius eſt une étoile plus grande, mais tout au plus du double des autres étoiles de la premiere grandeur ; ſi ſon diametre étoit de 5 ſecondes, celui des autres ſeroit donc de plus de 3 ſecondes & demie (*b*), elles ſeroient 6 à 7 ſecondes à s'éclipſer (*c*), ce qui eſt contraire à toutes les obſervations. A l'égard de la parallaxe, Halley montre que l'inſtrument de trois pieds, employé par Caſſini, étoit trop petit

(*a*) Huygens, *Coſmoth.* ſec. part. c. 8.

(*b*) Les ſurfaces étant doubles, les diametres ſont comme 1 à la racine quarrée de 2.

(*c*) Le 9 Février 1718 J. Caſſini obſerva une éclipſe d'Aldebaran par la lune ; & comme on voyoit très-bien à la vue ſimple cette étoile près du bord de la lune, il imagina de faire faire à la vue ſimple l'obſervation, qui fut inſtantanée avec l'obſervation faite à la lunette (*Mém. Acad. Scien.* 1718, p. 15). Cette obſervation ſinguliere n'eſt peut-être pas aſſez connue, & pourroit devenir utile ſur mer pour les longitudes.

pour une recherche ſi délicate (*a*) ; les objections de Halley tendent donc à diminuer le diametre & la parallaxe, & à éloigner encore l'étoile.

§. XII.

Toutes les obſervations s'uniſſent pour nous convaincre que le diametre apparent des étoiles eſt inſenſible. Il y a lieu de croire que J. Caſſini n'avoit pas dépouillé Sirius de la couronne lumineuſe, étrangere à ſon diſque ; s'il eût diminué davantage l'ouverture de ſa lunette, il auroit vu l'étoile ſous une apparence plus petite. Une obſervation ſinguliere & intéreſſante lui prouva combien les diametres apparens étoient augmentés par cet éparpillement de la lumiere. Le 21 Avril 1720 la lune devoit éclipſer l'étoile double de la Vierge appelée γ par Bayer ; ces deux étoiles, qui n'en font qu'une à la vue ſimple, ſont ſi près l'une de l'autre, que par une lunette d'onze pieds, on les voit ſous la forme d'une ſeule étoile un peu alongée. Elles ſe ſéparent dans une lunette de ſeize pieds, & leur diſtance ne paroît pas plus grande que le diametre de chacune de ces étoiles priſes ſéparément. Les deux étoiles, en s'approchant du bord de la lune, ne changerent ni de forme ni de diſtance ; elles diſparurent chacune en moins d'une demi-ſeconde, mais il y eut un intervalle de 30 ſecondes entre leurs diſparitions (*b*). J. Caſſini en conclut 1°. que la lune n'a point d'atmoſphère, puiſque la réfraction dans cette atmoſphère devoit changer la forme, la couleur & la diſtance des étoiles,

(*a*) Tranſac. philoſ. 1720, N°. 364

(*b*) M. Meſſier a obſervé l'occultation de cette étoile double le 7 Avril 1762 ; il n'a trouvé que ſix ſecondes d'intervalle entre les immerſions, & huit ſecondes entre les émerſions (*Mém. des Savans étran.* T. V, p. 313, 314). En diminuant en proportion les réſultats de J. Caſſini, ils ſeroient encore très-grands ; mais la différence de ces tems obſervés peut naître de la différente poſition de l'orbite de la lune plus ou moins inclinée à la diſtance mutuelle de ces étoiles.

leſquelles étant ſemblables, pouvoient être à chaque inſtant comparées : 2°. Que le diametre apparent des étoiles paroît infiniment plus grand qu'il n'eſt réellement. Les étoiles ſe confondent à l'œil nu, leur intervalle diſparoît : cependant on voit par le tems de l'obſervation, que l'intervalle étoit à ce diametre comme 30 à $\frac{1}{2}$, c'eſt-à-dire, 60 fois plus grand ; & en concevant, comme cela eſt naturel & même néceſſaire, que l'augmentation de l'image de chaque étoile étoit égale, que les deux extenſions contribuoient à remplir en apparence l'intervalle, le diametre apparent de ces étoiles paroiſſoit donc au moins 30 fois plus grand qu'il n'eſt, & leur diſque étoit augmenté 900 fois par la ſcintillation (*a*). Quelle ſeroit donc la petiteſſe de ces étoiles, ſi on pouvoit les dépouiller totalement des rayons que leur donne cette ſcintillation ; & quel doit être l'éclat, la vivacité de leur lumiere, partie d'une ſi grande diſtance, pour rendre une ſi petite image ſenſible à notre organe ! Il eſt bon d'ajouter que l'effet des lunettes étant de dépouiller les étoiles d'une partie de ces rayons, la petite étoile dont l'apparence étoit 900 fois trop grande même dans une lunette d'onze pieds, étoit cependant beaucoup moindre qu'elle n'eſt à la vue ſimple.

§. XIII.

Ces étoiles, qui lancent de ſi loin une lumiere ſenſible, ne peuvent être que des corps lumineux comme le ſoleil, des maſſes auſſi puiſſantes que la ſienne ; leurs poſitions ne ſeroient pas toujours ſenſiblement les mêmes, leur attraction les déplaceroit mutuellement, ſi toutes ces étoiles n'étoient pas ſéparées entr'elles par des diſtances auſſi grandes que celles de notre ſoleil aux étoiles mêmes. C'eſt cette diſtance qui les met à

(*a*) Mém. Acad. des Scien. année 1720, p. 141.

l'abri de leur action réciproque, qui les laiſſe dans leur repos comme lui dans le ſien. Il eſt donc néceſſaire, comme Halley l'a remarqué, que dans les abîmes de l'eſpace, les empires des étoiles ſoient ſéparés, pour que leurs pouvoirs relatifs ſoient nuls; & qu'elles regnent ſur les corps ſubordonnés, ſur les planetes de leurs ſyſtêmes particuliers, ſans que ces grandes puiſſances puiſſent ſe nuire. On ne peut imaginer, comme ont fait jadis les Grecs, que toutes les étoiles ſoient à la même diſtance; il eſt naturel de croire que les plus belles, celles de la premiere grandeur, ſont les plus proches de nous & de notre ſoleil. Si l'on imagine autour de lui une ſphere, dont la diſtance de ces étoiles plus proche eſt le rayon, Halley penſe que les étoiles de la premiere grandeur ſont ſemées ſur la ſurface de cette ſphère fictive: & comme leurs diſtances mutuelles ne peuvent être plus grandes que leurs diſtances au ſoleil, Halley remarque que ſur la ſurface d'une ſphère, il n'y a que treize points qui puiſſent être également eſpacés par une diſtance égale au rayon; & il conclut de ces probabilités qu'il ne doit y avoir que treize étoiles de la premiere grandeur. Képler avoit déjà fait cette remarque ſur la diviſion de la ſurface d'une ſphère (*a*); mais il n'en avoit pas tiré la concluſion ingénieuſe de Halley. Ptolémée comptoit ſeize étoiles de la premiere grandeur; M. de la Caille, en décrivant l'hémiſphère auſtral, en a compté dix-neuf ou vingt. Mais on peut dire avec Halley que l'œil n'eſt pas un inſtrument bien exact pour s'aſſurer de l'égalité d'apparence des étoiles; nous en confondons peut-être pluſieurs dans cet ordre, qui ſont inégales en groſſeur & en éloignement. Halley obſerve qu'il y en a cinq de cette eſpece dans une étendue de 45 degrés du ciel; ce qui ne doit pas être

(*a*) Epit. Aſtron. Copern. Tome I, p. 56.

dans ſa ſuppoſition, & ce qui en effet n'eſt pas naturel. Il ſuppoſe que les étoiles de la ſeconde grandeur ſont une fois plus éloignées : alors ſur la ſurface de cette ſphère plus grande, les étoiles étant eſpacées à la moitié de cette diſtance, il en peut tenir 51 ; c'eſt, ſelon Halley le nombre des étoiles de la ſeconde grandeur. A une diſtance triple, la ſurface en contiendra 117 (*a*) ; c'eſt le nombre des étoiles de la troiſieme grandeur. Enfin ſi l'on ſuppoſe une diſtance dix fois plus grande, & que cette diſtance puiſſe réduire l'apparence des étoiles à celle de la ſixieme grandeur, on aura 1300 de ces étoiles (*b*). Cette ſuppoſition de Halley cadre aſſez bien avec les étoiles de la premiere & de la ſeconde grandeur, & peut-être qu'elle cadreroit mieux avec toutes les autres, ſi la lumiere & la grandeur de ces étoiles avoient été meſurées, & ſi on pouvoit les claſſer par leur vrai degré d'éclat & de clarté.

§. XIV.

Halley, la Hire, D. Caſſini avoient déterminé la préceſſion des équinoxes, ou le mouvement apparent des étoiles en longitude, en comparant leurs longirudes obſervées jadis par Hypparque à celles qui étoient alors reconnues par les meilleurs aſtronômes ; & ils avoient établi la quantité annuelle de cette préceſſion de 50 ſecondes ou de 50 ſecondes trois quarts. C'eſt la quantité dont tous les ans l'équinoxe rétrograde, tandis que les étoiles paroiſſent s'avancer. Un frere de M. Deliſle, qu'on nommoit Deliſle de la Croiere, penſa que les obſervations modernes étoient aſſez exactes & ſuffiſamment éloignées pour cette détermination. Il en choiſit pluſieurs ſéparées par un

(*a*) Ptolémée en compte 15 de la premiere, 45 de la ſeconde, & 108 de la troiſieme ; &c., en tout mille vingt-deux.

(*b*) Tranſac. philoſ. 1720, N°. 364.

intervalle de 60 ans, & il en déduiſit la préceſſion annuelle de 48 ſecondes & demie, d'où il ſoupçonna que cette rétrogradation des équinoxes eſt plus lente aujourd'hui qu'elle n'étoit jadis. Les obſervations qu'il employa n'étoient ſans doute pas aſſez éloignées, il eut pour réſultat une quantité trop petite. Mais nous avons dû lui donner date pour un ſoupçon qui s'eſt vérifié par la ſuite; il ſe félicite, & félicite avec raiſon l'aſtronomie nouvelle d'avoir acquis aſſez de préciſion pour pouvoir déterminer preſque auſſi bien ces petits mouvemens en 60 ans que dans l'intervalle de 2000 années (*a*).

Halley s'étoit déjà élevé à une grande découverte, à une connoiſſance d'autant plus importante, qu'elle influe ſur les idées phyſiques du ſyſtême du monde; ce fut en cherchant la préceſſion des équinoxes. Il s'apperçut que les latitudes des étoiles Aldébaran, Sirius & Arcturus avoient changé depuis Hypparque; ce changement étoit même ſenſible depuis Tycho. Ce ne ſont point des erreurs de copie, parce que les latitudes rapportées dans l'Almageſte de Ptolémée, s'accordent avec les déclinaiſons obſervées dans le même tems; c'eſt un caractere & de vérité & d'exactitude. Ce changement en latitude n'eſt pas le même que celui qui fut remarqué par Tycho (*b*); celui-ci naiſſoit de la diminution de l'obliquité de l'écliptique; l'écliptique, en s'abaiſſant, augmente la latitude des étoiles qui ſont au nord, & diminue la latitude de celles qui ſont au midi. Le changement obſervé par Halley étoit ſouvent dans un ſens contraire à l'autre, il n'affectoit point toutes les étoiles, il ne ſe manifeſtoit que dans les plus belles. Cette circonſtance étoit propre à éclairer l'aſtronôme. Si ce mouvement eût été étranger à ces étoiles, s'il eût appartenu à notre globe, il auroit été le même pour toutes, comme

(*a*) Mém. Acad. Scien. an. 1727, p. 19. (*b*) *Suprà*, T. I, p. 406.

la préceſſion des équinoxes ; ou du moins il n'auroit varié que relativement à leur poſition, comme celui qui naît de la diminution de l'obliquité de l'écliptique. Halley conclut avec raiſon que le mouvement qu'il appercevoit appartient en propre à ces étoiles, & eſt différent dans chacune d'elles. Ce mouvement eſt un changement réel de lieu dans l'eſpace ; ces étoiles ſont tranſportées, ſont mues comme les planetes dans leurs orbites. Ces changemens ſont très-lents, ces orbes ſont très-petits, parce que la diſtance des étoiles eſt infiniment grande (*a*). Les étoiles fixes ne le ſont donc pas ; ſi elles ont paru l'être à une longue ſuite de ſiecles, c'eſt que ce grand tems a été néceſſaire pour rendre ſenſibles des variations preſque anéanties par l'éloignement ! Ces étoiles ne luiſent point pour le foible ſecours de la lumiere qu'elles nous donnent ; ces flambeaux n'ont pas été placés ſi loin, ſans avoir des corps qu'ils éclairent. Seroient-ils revêtus d'une puiſſance attractive, ſans avoir une ſphère où elle agiſſe, des maſſes telles que nos planetes, qui lui ſoient ſoumiſes ? La nature n'a point fait cette dépenſe de feux & de force ſans néceſſité. Notre ſoleil, qui n'a d'avantage ſur ces étoiles que la proximité, notre ſoleil leur égal, n'eſt pas plus remarquable qu'elles ; il ne les efface que comme les Rois vivans & préſens effacent leurs prédéceſſeurs, qui ſont dans l'éloignement pour la poſtérité. Voilà donc une vérité nouvelle & importante, ajoutée par Halley, aux vérités de Newton. Ce vaſte ſoleil, dont Newton a ſi bien démontré l'immobilité ſenſible à l'égard des planetes qui circulent autour de lui, ne l'eſt réellement qu'à l'égard de ces planetes ; il peut, il doit, comme les étoiles, ſe tranſporter dans l'eſpace, accompagné de tout ſon cortége ; tout marche avec lui d'un mouvement commun

(*a*) Tranſac. philoſ. 1718, N°. 355.

&

& ſemblable, & l'ordre intérieur du ſyſtême n'en eſt point dérangé. Chaque planete a ſon orbe particulier à parcourir, ſa révolution qu'elle doit accomplir, tandis que l'aſſemblage total, tous les corps liés par l'attraction ſolaire, ſuivent le ſoleil qui les gouverne. Nous ne pouvons que difficilement appercevoir ce mouvement, qui nous eſt comme étranger; le mouvement ne ſe manifeſte que par le changement, & rien ne change autour de nous. Mais nous en avons un exemple ſenſible dans la lune & dans les ſatellites. Ces planetes ſecondaires tournent autour d'une planete principale, qui les emporte dans l'orbe qu'elle décrit elle-même, ſans que leur mouvement en ſoit troublé. Ce qui arrive au cortége de Jupiter, peut arriver au cortége du Soleil; cet aſtre, chargé de tous les corps qui peſent ſur lui, marche lentement avec ce poids, ſuit une route ou droite ou courbe, qui ne nous ſera peut-être jamais ſenſible; & peut-être autour de quelque grand corps, de quelque maſſe plus puiſſante qui le maîtriſe, & qui nous reſtera toujours inconnue.

§. XV.

CETTE découverte offre encore une concluſion intéreſſante & néceſſaire. Puiſque Aldebaran, Sirius, Arcturus & ſans doute quelques autres étoiles ſe meuvent, il eſt évident que toutes doivent ſe mouvoir. Les fortunes ſont les mêmes, les loix principales de la nature ſont générales pour les êtres de même eſpece. Si les étoiles plus petites ſemblent réellement immobiles, c'eſt que leurs variations ſont encore plus inſenſibles que celles des groſſes étoiles; c'eſt qu'un plus grand éloignement tient ces variations cachées, leur ſomme s'accroît plus lentement, & il faudra plus de ſiecles amaſſés pour les manifeſter. Voilà donc une preuve que les étoiles ſont réellement

à différentes distances de nous ; si elles sont classées par leurs grandeurs, ces différences de grandeurs ne sont pas réelles, ou du moins dépendent en partie de ces différences d'éloignement. Mais les étoiles sans doute les plus proches sont à une distance qui s'est jusqu'ici refusée à nos mesures ; elle est comme infinie : & cet infini où nous nous perdons toujours, est encore susceptible de plus ou de moins, & de différences qui peuvent se rendre sensibles par leurs effets !

Halley étoit sans doute fâché que la mesure de cette distance des étoiles fût inaccessible à nos efforts. Nous ne pouvons concevoir l'infini ; & lorsqu'on pense que cette distance se multiplie, sans doute en raison de la diminurion de la grandeut des étoiles, cette succession d'infinis accumulés nous épouvante, & l'imagination y succombe ! L'ingénieux Halley voulut les établir, ou les appuyer sur des raisons métaphysiques. » Si, » dit-il, le système entier des étoiles est fini, s'il n'occupe » qu'une partie de l'espace, il doit être environné de tous » côtés par le vide. Mais ce vide n'ayant point d'action sur » les corps qui composent le système, ces corps exercent » toute leur force sur eux-mêmes, sans équilibre & sans com- » pensation. Ceux qui sont aux extrémités, ceux qui nagent » vers les bords du vide, sont attirés fortement & continuel- » lement par ceux qui sont vers le centre ; ils tendent sans » cesse à s'y réunir : & ces effets constans & mulripliés par » les siecles, assembleroient un jour tous ces soleils au centre » du système, pour n'en former qu'une grande masse sans » mouvement. En supposant que le nombre des étoiles est » infini, que le système est sans bornes, toutes les forces se » balancent, les astres parcourent les routes qui leur ont été » tracées, l'équilibre atteste la sagesse de l'Être suprême, & » l'ordre de l'univers se perpétue ». Halley fait lui-même deux

objections à ce raiſonnement; l'une, que ſi le nombre des étoiles eſt infini, la ſuperficie entiere de leur ſphère apparente devroit être lumineuſe, puiſque ces points, infinis en nombre, égaleroient les points de cette ſuperficie. Mai on peut répondre que les étoiles de la ſeptieme, huitieme ou neuvieme grandeurs, nommées téleſcopiques, parce que ces différens ordres ne ſont vus qu'avec des téleſcopes aſſez forts, ſont cependant aſſez éloignées entr'elles. Les étoiles ne peuvent être ſerrées au point de former une ſurface continue, qu'à une diſtance ſi énorme que leur lumiere affoiblie, entiérement éteinte, n'a plus d'action ſenſible ſur notre organe. Mais la ſeconde objection eſt la plus forte. Halley l'a bien ſenti; c'eſt la difficulté de concevoir ces étoiles, infinies en nombre & ſemées dans un eſpace ſans bornes (*a*). Envain Halley compare cette idée à celle de l'éternité compoſée de milliers de ſiecles, ajoutés les uns aux autres comme des unités. C'eſt expliquer une difficulté par une difficulté égale. L'éternité ne peut être connue que par Dieu qui l'embraſſe, & qui la meſure par ſon exiſtence. L'homme, fixé à un point de la durée, ne peut pas plus en concevoir l'étendue, que l'animal ſtationnaire ſur un rocher ne conçoit la grandeur de la terre. On aura beau faire, l'homme n'aura jamais d'autre idée de l'éternité que celle de la ſucceſſion des êtres; il imaginera des parties ſans ceſſe ajoutées à d'autres parties, mais il n'atteindra jamais l'idée de l'étendue infinie; ſi l'infinité de l'eſpace exiſte, comme celle du tems, la notion en eſt inacceſſible à l'eſprit humain. Au reſte, nous ne voyons pas pourquoi l'on ſe refuſeroit à l'idée d'un ſyſtême borné & d'un nombre fini de ſoleils & de corps céleſtes. Tout nous indique que les forces de la nature ſont bornées; les

(*a*) Tranſactions philoſophiques année 1720, N°. 364.

plus grandes ont un terme où ceſſe leur action. Les ſoleils peuvent être eſpacés dans le vide, de maniere qu'ils ſoient toujours au-delà de ce terme, & qu'exiſtant comme ſolitaires, ils n'ayent point de pouvoir les uns ſur les autres. Ces empires ſéparés pourroient donc ſubſiſter ſans ſe réunir jamais dans un ſeul, ſans ſe détruire réciproquement par leurs maſſes ſans ordre accumulées. Mais d'ailleurs, pourquoi ce chaos deſtiné à tout finir, ſeroit-il inconcevable? La ceſſation du mouvement, la maſſe épouvantable de tous ces corps entaſſés en un ſeul, cette fin d'un ſi bel ouvrage ſeroit un vice de la nature créée. Ne voyons-nous pas que ſes parties ſe décompoſent? Son ſein ne s'ouvre que pour montrer des cauſes de deſtruction; tous les êtres changent, tandis que l'univers ſubſiſte: mais cette grande organiſation peut ſe détruire comme nous, par le principe de force qui le fait mouvoir, & qui le conſerve comme nous, pendant un tems limité.

§. XVI.

Toutes les ſciences ont des conformités & une marche ſemblable, qui eſt celle de l'eſprit humain. Partout il eſt des connoiſſances qui nous ſont refuſées, & partout l'homme oppoſe l'opiniâtreté à la réſiſtance. Nous ignorons ce que la perfection future des arts nous réſerve; mais la connoiſſance de la diſtance des étoiles nous ſera peut-être toujours refuſée, comme dans la chimie la tranſmutation des métaux. Cependant en s'efforçant d'acquérir ce qu'il ne peut atteindre, l'homme rencontre & ſaiſit ce qu'il ne cherchoit pas. On dit que pluſieurs des vérités de la chimie, ſont dues à la préoccupation de la pierre philoſophale; celle de la parallaxe des étoiles, également heureuſe dans ſes effets, a produit à l'aſtronomie une grande découverte à laquelle on ne ſongeoit pas.

Samuel Molyneux, dans l'intention de vérifier la prétendue parallaxe des fixes, déterminée par Hook, & de remplir le vœu de Flamſteed, en examinant cette parallaxe avec un inſtrument plus grand que ceux qu'on avoit eus juſqu'alors, employa à cette recherche le magnifique ſextant de 24 pieds de rayon, conſtruit par Graham. Il s'aſſocia le jeune Bradley, profeſſeur à Oxford, & deſtiné à ſe faire un grand nom dans l'aſtronomie par deux découvertes mémorables. Ils commencerent enſemble leurs obſervations en 1725. Ces obſervations ne leur indiquerent point d'apparences favorables à la parallaxe des fixes, mais elles montrerent des différences qui ne pouvoient être des erreurs, & qui méritoient d'être ſuivies. Molyneux, forcé d'abandonner ce travail, le remit à Bradley & lui laiſſa une explication difficile & une occaſion de gloire. Bradley étudia ces différences pendant trois années, il les trouva conſtantes; toujours dans le même ſens elles croiſſoient, décroiſſoient dans certaines ſaiſons, & ſe renouveloient avec l'année. Un aſtronôme ſe trouve heureux lorſqu'il découvre un nouveau phénomène; c'eſt une faveur du ciel, c'eſt une conquête ſur la nature. Mais aujourd'hui que tant de cauſes ſont connues, que Newton a pénétré & dévoilé tant de reſſorts, cette connoiſſance des faits ne ſuffit pas à la curioſité de l'homme, elle ne marque pas aſſez le génie. Bradley, poſſeſſeur d'un fait inconnu de la nature, voulut l'expliquer avant d'en annoncer la découverte. Les apparences étoient contraires à l'effet de la parallaxe; il ne falloit donc point penſer à cette cauſe. Il imagina quelque mouvement dans l'axe de la terre, ou quelque mutation annuelle dans la direction des graves, mais il vit que les obſervations ne pouvoient pas cadrer avec ces théories, parce qu'il faudroit une théorie particuliere pour chaque étoile. La circonſtance que ces variations ſont annuelles, dût l'éclairer

& le mettre ſur la voie de la vérité; il étoit naturel de ſoupçonner qu'elles tenoient à la révolution de la terre autour du ſoleil. Le trait de génie fut de penſer au mouvement progreſſif de la lumiere. Bradley imagina que ce mouvement pouvoit affecter annuellement le lieu des étoiles, comme il affectoit chaque année les tems des éclipſes des ſatellites de Jupiter.

§. XVII.

Si la vîteſſe de la lumiere étoit infinie, la lumiere parcourroit inſtantanément la diſtance des étoiles à la terre. Nous ne connoiſſons point cette diſtance, on ſait ſeulement qu'on peut la regarder comme infinie. Nous ignorons également le tems que la lumiere emploie à parcourir cet intervalle ; mais la connoiſſance en eſt indifférente à l'aſtronomie : ſi l'on ſuppoſe la terre en repos, la diſtance aux étoiles reſtant toujours la même, qu'importe le tems que la lumiere met à le traverſer? Ses particules ſe ſuccedent en forme de rayons continus (*a*) & lorſque notre globe, en tournant ſur lui-même, permet à un point de la ſurface d'appercevoir une étoile placée à l'horizon, ce point ſe trouve à l'extrémité d'un de ces rayons; il eſt le terme d'une file de particules, & l'étoile eſt vue à l'autre extrémité : elle paroît ſe lever, & nous recevons ces particules de lumiere, ſans nous embarraſſer du tems de leur voyage, & ſans que les apparences en ſoient changées. Si on ſuppoſe, comme on doit le faire, la terre en mouvement autour du ſoleil, les phénomènes ne changent, les apparences ne varient qu'en raiſon de cette

(*a*) On peut calculer par exemple, d'après le réſultat de l'expérience d'Huygens, que ſi les étoiles n'étoient que 27664 fois plus loin que le ſoleil, la lumiere employeroit cinq mois à venir de là juſqu'à nous ; comme elles ſont infiniment plus loin, ce tems eſt beaucoup plus long. Mais il faut conſidérer que les particules de lumiere ſe ſuccedent immédiatement ; elles pleuvent continuellement ſur nous. Si le globe étoit immobile en recevant cette lumiere, nous verrions l'aſtre dans ſon vrai lieu, ſans que le tems du trajet des rayons en changeât l'apparence.

tranſlation ; on ne doit tenir compte que de l'effet de ce mouvement dans l'orbite annuelle. Nous ſavons que la vîteſſe de la lumiere n'eſt pas infinie ; la belle découverte que Roëmer a faite par les obſervations des ſatellites de Jupiter, prouve que cette lumiere emploie 16 minutes à parcourir le diametre de notre orbe. Cette vîteſſe, quoique très-rapide, eſt comparable à la vîteſſe de la terre dans ſa révolution annuelle ; la lumiere ſe meut environ dix mille fois plus vîte que la terre, & voici ce qui en réſulte. La diſtance des étoiles à la terre & au ſoleil eſt ſi grande, que notre orbe, vu des étoiles, ne paroît que comme un point ; il s'enſuit que deux rayons partis d'une même étoile, & dirigés aux deux extrémités de cet orbe, ne font pas un angle ſenſible. Cet angle ſeroit une parallaxe, & toutes les obſervations nous ont appris qu'elle eſt inſenſible. Il faut donc concevoir que tous les filets de particules, tous les rayons de lumiere, qui partis d'une même étoile, aboutiſſent dans l'eſpace de notre orbe, y tombent par des directions parallèles ; chaque point de cet eſpace immenſe voit l'étoile au même lieu. Cela eſt rigoureuſement vrai pour chaque point immobile. Mais la terre eſt dans un autre cas, c'eſt un point mobile, elle marche tandis que la lumiere ſe meut ; il y a donc deux mouvemens, & ſi ces deux mouvemens, ſi leurs vîteſſes peuvent être comparées, il doit en réſulter un effet compoſé, ſuivant le principe inconteſtable de la compoſition des mouvemens. Suppoſons que des grains de grêle tombent par des directions perpendiculaires & parallèles d'un nuage élevé d'environ une demi-lieue, & que je puiſſe m'avancer de cent toiſes dans le tems qu'un de ces grains emploie à tomber ; il n'eſt pas difficile de ſentir que l'impreſſion de ce grain ſur moi, lorſque je vais ainſi au-devant de lui, eſt différente de celle que j'aurois reçue d'un grain ſemblable,

mais en reſtant à ma place. Pour que dans mon repos j'en reçuſſe une pareille, il faudroit donner à ce grain, outre ſon mouvement de chûte, un mouvement vers moi, égal à celui que j'avois vers lui. Alors la grêle ne me paroîtroit plus tomber par une direction perpendiculaire, mais par une direction inclinée. Suppoſons encore, pour plus de clarté, que lorſque je marche au-devant de cette grêle, je porte ſur mon œil un tube ouvert par ſon extrémité ſupérieure, & un peu incliné; chaque grain qui entrera dans le tube, gliſſera ſuivant ſon inclinaiſon, & viendra me frapper ſuivant cette direction. Si maintenant ces grains ne ſont plus de la grêle, mais des particules de lumiere, je les recevrai également, ſuivant la direction de ce tube; je jugerai l'objet au bout de cette direction: & comme elle fait un petit angle avec la direction propre de la lumiere, je ne verrai point l'objet au lieu qu'il occupe réellement, je le verrai un peu écarté de ce lieu. Cet écart eſt l'aberration cauſée par la lumiere; c'eſt ce qu'on nomme l'*aberration des étoiles* (*a*). Mais on dira, pourquoi

(*a*) Si un corps (*fig.* 39) tombe ſuivant la direction EB, & que le plan A ſe meuve de A en B, dans un tems égal à celui que le corps E emploie à tomber de E en B, lorſque le plan arrivé de A en B, recevra l'impreſſion du corps E, elle ſera compoſée du mouvement du corps, E & du mouvement du plan A; elle ſera la même que ſi le plan A reſtant en ſa place, on avoit imprimé au corps E un ſecond mouvement dans la direction EF ou BA pour aller vers le plan A. On ſait qu'alors le corps E, mu de deux mouvemens, l'un vers F, & l'autre vers B, deſcendroit le long de la diagonale EA (*ſuprà*, Tom. I, p. 327;) c'eſt ſuivant cette direction qu'il arriveroit en A. Maintenant que le corps E ſoit celui d'une étoile, qui verſe ſa lumiere par des directions toujours parallèles à BE, EF tandis que la terre va au-devant de A en B; on peut ſuppoſer la terre immobile, & donner à la lumiere un ſecond mouvement pour aller au-devant de la terre & vers F; alors la lumiere arrivera donc ſuivant la direction AE: & comme nous jugeons toujours l'objet dans la direction droite du rayon de lumiere, nous verrons l'étoile ſuivant AE; mais la terre s'eſt réellement tranſportée de A en B, l'effet qu'elle y éprouve eſt le même; cet effet réſulte des deux mouvemens. La terre verra donc l'étoile ſuivant une direction inclinée, comme AE l'eſt ſur AB, ou ſuivant une direction BD, parallèle à AE, & elle la jugera au point D, tandis que l'étoile eſt réellement en E. L'angle EBD eſt l'aberration, la différence du lieu où l'étoile eſt vue, & du lieu réel où elle eſt.

avez-

avez-vous ſuppoſé que vous portiez un tuyau incliné ? Si la lumiere tombe verticalement, il falloit que votre tuyau fût vertical, vous auriez reçu la lumiere ſuivant ſa vraie direction, vous auriez vu l'objet dans ſon lieu réel. Auſſi n'aurions-nous pas incliné le tube, ſi la terre étoit immobile ; cette inclinaiſon eſt néceſſaire à cauſe du mouvement de la terre, qui allant au-devant de la lumiere, mêle l'effet d'un ſecond mouvement, d'une ſeconde direction à la ſenſation que nous en recevons : la direction réelle & primitive de la lumiere en eſt un peu altérée, la direction réſultante lui eſt un peu inclinée, c'eſt l'inclinaiſon du tube, c'eſt l'aberration de la lumiere. On ne peut rien imaginer de plus ingénieux, de plus profond, & en même tems de plus vrai que cette explication. Le premier pas de Bradley dans la carriere aſtronomique annonçoit une grande habileté dans l'art d'obſerver, pour démêler le phénomène & s'aſſurer de ſa quantité, & beaucoup de génie pour en appercevoir la vraie cauſe.

§. XVIII.

On voit que cette inclinaiſon de la direction changée de la lumiere avec ſa direction primitive, le déplacement des étoiles dépend du rapport du mouvement de la terre au mouvement de la lumiere. Si la terre étoit immobile, le lieu de ces étoiles ne ſeroit point changé. Si nous ſuppoſons enſuite que la terre ſe meut, mais très-lentement, il en réſultera un petit changement ; ce changement augmentera à proportion de ce que nous ſuppoſerons que la terre ſe meut plus vîte. La variation du lieu des étoiles, donnée par l'obſervation, nous indiquera donc le rapport de la vîteſſe de la terre dans ſa courſe annuelle, à la vîteſſe que la lumiere emploie pour parcourir les eſpaces du ciel ; & comme le mouvement de notre globe eſt

bien connu, nous connoîtrons la vîteſſe de la lumiere (*a*). Cette détermination a déjà été faite par Roëmer, & nous pourrons comparer le réſultat de ce ſecond phénomène au réſultat du premier.

Bradley, par des obſervations aſſidues & répétées pendant trois années ſur les mêmes étoiles, s'aſſura que celles qui ſont près de l'écliptique changent de lieu dans un intervalle de ſix mois, & ſubiſſent une variation de 40 ou 41 ſecondes (*b*). Leur latitude varie comme leur longitude, leur lieu apparent ſemble décrire une petite ellipſe autour d'un point, qui eſt leur lieu réel. Elles s'en écartent donc d'environ 20 ſecondes ou 20 ſecondes & demie de part & d'autre. Cet effet s'augmente beaucoup, ſelon que les étoiles ſont plus éloignées de l'écliptique, & plus voiſines du pôle de ce cercle. Il n'eſt pas de notre objet de montrer ici toutes les transformations de cet effet général; elles ſont aujourd'hui bien connues des aſtronômes, & ceux qui veulent s'en inſtruire à fond, doivent avoir recours aux élémens. Nous ne nous arrêterons qu'à cet écart de 20 ſecondes, qui eſt l'aberration dans ſa pureté & dans ſa ſimplicité. C'eſt donc cette quantité de 20 ſecondes, qui doit nous

(*a*) Comme on ſuppoſe que la terre emploie le même tems à aller de A en b, (*fig.* 40) que la lumiere à venir de E en B, la vîteſſe du mouvement eſt repréſentée par les eſpaces (*ſuprà*, p. 666). On voit que l'inclinaiſon de la direction AE dépend de la grandeur des lignes AB & EB; de maniere que ſi la terre ſe mouvoit moins vîte & ne parcouroit qu'une partie de l'eſpace AB, dans le tems que la lumiere met à venir de E en B, la direction de la lumiere ſeroit DE. Cette inclinaiſon de AE ou DE ſur AB, ou l'ouverture des angles AEB, DEB fait donc connoître le rapport de AB ou BD à DE; & ce rapport étant connu entre deux quantités telles que la vîteſſe de la terre, & la vîteſſe de la lumiere, on peut aiſément calculer la ſeconde, puiſque la vîteſſe de la terre dans ſon orbite eſt toujours connue par les obſervations & par les Tables de ſon mouvement, ou du mouvement apparent du ſoleil.

(*b*) Manfredi ayant appris la découverte des étoiles, publia des obſervations qu'il avoit déjà faites conjointement avec monſieur Zanotti, & qui étoient conformes aux obſervations & à la théorie de Bradley. Ces deux aſtronômes confirmerent donc ſa découverte.

Digitized by Google

donner le rapport de la vîteſſe de la lumiere à la vîteſſe de la terre. Un calcul trigonométrique, auſſi certain qu'il eſt ſimple, nous apprend que ce rapport eſt celui de 10313 à 1, c'eſt-à-dire, que la vîteſſe de la lumiere eſt dix mille trois cent treize fois plus grande que celle de la terre. Or nous voyons que la terre décrit ſon orbe en 365 jours & 6 heures; & en conſéquence du rapport ſuffiſamment connu de la circonférence d'un cercle à ſon rayon, nous ſavons que ſi la terre ſe mouvoit en ligne droite, avec la même vîteſſe qu'elle emploie à décrire ſon orbe, elle parcourroit un eſpace égal au rayon de cet orbe, ou à la diſtance du ſoleil à la terre en 59 jours & 11 heures 40 minutes. La lumiere qui ſe meut 10313 fois plus vîte, doit parcourir cet eſpace en 10313 fois moins de tems, c'eſt-à-dire, en 8 minutes 7 ſecondes. Voilà donc le tems que la lumiere emploie à parcourir le rayon de notre orbe, à venir, par exemple, du ſoleil à Nous. Roëmer avoit trouvé tout au plus 7 minutes; mais on ſent que la détermination nouvelle eſt bien plus préciſe; elle eſt fondée ſur un effet obſervé qui ne dépend que de la vîteſſe de la lumiere, comparée à la vîteſſe de la terre, au lieu que le retard des éclipſes des ſatellites de Jupiter, peut dépendre de pluſieurs cauſes. Ces ſatellites doivent avoir des inégalités, il y a des illuſions optiques qui s'y mêlent; c'eſt à travers cette complication que Roëmer apperçut l'effet de la progreſſion ſucceſſive de la lumiere dans les tems des éclipſes: mais ſi ces phénomènes furent ſuffiſans pour conſtater la néceſſité d'avoir égard à la ſucceſſion de la lumiere, ſon effet compliqué, altéré par d'autres effets, ne peut être évalué avec une grande préciſion. La différence d'une minute dans ces deux déterminations n'empêche donc pas qu'elles ne ſe confirment mutuellement de la maniere la plus ſatisfaiſante. Juſqu'à ce moment la vîteſſe inſtan-

tanée de la lumiere, ſuppoſée par Deſcartes, n'avoit contr'elle qu'un ſeul phénomène, le retard des éclipſes des ſatellites de Jupiter, obſervé par Roëmer; mais ce monde de Jupiter eſt ſi lointain, il peut s'y paſſer cent choſes que nous ne ſoupçonnons pas, il peut nous cacher des cauſes dont les effets nous trompent. Voilà ce que le ſepticiſme pouvoit oppoſer à la découverte ingénieuſe de Roëmer. Bradley, en découvrant un nouveau phénomène, qui tient à la même cauſe, donna un ſecond appui à l'hypothèſe, ou pour mieux dire, il démontra que Roëmer avoit découvert une vérité; car les explications de phénomènes divers & indépendans, ne peuvent ſe réunir que dans la vérité & dans la nature.

Que l'on juge de la ſatisfaction d'un homme de génie, qui découvre un phénomène inconnu juſqu'à lui, un phénomène périodique & annuel, dont les variations ſe compliquent avec les apparences des choſes; d'un homme qui annonce une ſource d'illuſions importantes à connoître pour l'exactitude des déterminations: juſqu'à lui le lieu des étoiles (*a*) a été mal connu, l'erreur ſur ce lieu a influé ſur toutes les obſervations. En même tems il a le génie d'en pénétrer la cauſe, & le bonheur de confirmer par cette cauſe une cauſe déjà connue, de lier ainſi un fait de la nature avec un autre. Mais ce n'eſt pas encore tout le bonheur de Bradley; ce n'eſt pas là toute l'importance de ſa découverte; l'aberration des étoiles eſt une preuve directe du mouvement de la terre dans ſon orbite, & de la vérité du ſyſtême de Copernic. Toutes les preuves, ſur leſquelles nous avons établi l'opinion du mouvement de la terre, réſultent de la ſimplicité de l'hypothèſe, & contraſtent avec la complication & l'abſurdité de l'hypothèſe contraire;

(*a*) *Supra* T. I, p. 9.

ces probabilités ſont puiſſantes par leur union. Les grandes découvertes de Newton, qui toutes repoſent ſur cette baſe, y ont mis le ſceau de la vérité; elles ont porté juſqu'à l'évidence le ſyſtême de Copernic, qui eſt le véritable ſyſtême du monde. Mais cette évidence exiſte principalement pour les philoſophes, pour ceux qui ont approfondi les ſciences, qui ſont en état de juger leurs témoignages. Il eſt des eſprits qui veulent des preuves directes & ſenſibles; les probabilités les plus puiſſantes n'ont de force que pour l'homme qui en connoît le calcul, & qui a le génie de les apprécier. Bradley donna ces preuves demandées : Roëmer avoit déjà annoncé le mouvement de la lumiere; c'eſt ce mouvement combiné avec celui de la terre qui produit l'aberration des étoiles. Ces étoiles ne changeroient point de lieu dans l'année, ſi la terre étoit immobile; & ce mouvement qui les déplace, ſe diſtribue à toutes les étoiles, de maniere qu'il leur imprime à chacune des apparences & des variations différentes. Ces variations répétées par l'infinité des étoiles, s'accordent pour juſtifier la cauſe ſuppoſée. Ces milliers d'étoiles ne ſe concertent point pour nous abuſer, elles ſont évidemment aſſujetties à la cauſe apperçue par Bradley. Cette cauſe eſt réelle, la lumiere ſe meut, & la terre avec elle, pour produire l'aberration. L'arrangement des corps céleſtes, renouvelé par Copernic, n'eſt plus un ſyſtême, c'eſt l'ordre de l'univers dans ſa vérité.

§. XIX.

CETTE grande découverte termine glorieuſement l'intervalle que nous nous ſommes propoſé de parcourir dans ce volume; une infinité de ſecours étoient préparés pour des progrès nouveaux. On avoit élevé des obſervatoires à

Leyde (*a*), à Nuremberg (*b*), à Berlin (*c*), à Bologne (*d*), à Altorf (*e*), à Caſſel (*f*), à Lisbonne (*g*), à Petersbourg (*h*), à Utrecht (*i*). Les princes & les philoſophes, frappés des progrès qui furent dûs aux Académies de France & d'Angleterre, aſſocierent pour les mêmes travaux, des Sociétés ſavantes à ces compagnies célebres. Leibnitz, ſous les auſpices de l'Electeur de Brandebourg, fut en 1710 le fondateur de l'Académie de Berlin, deſtinée à devenir un des corps les plus éclairés de l'Europe, à s'illuſtrer par les noms d'Euler & de la Grange, & ſur-tout par le philoſophe couronné qui en eſt le protecteur. Un particulier, le comte Marſigli, a fondé, ou plutôt a fait revivre l'Académie des ſciences établie à Bologne ſa patrie, il lui donna une nouvelle forme, & un éclat qui a été durable ſous le nom d'*Inſtitut des ſciences & des arts.* La Suede avoit une Société ſavante à Upſal (*k*). Enfin le Czar Pierre I, qui avoit bien ſaiſi toutes les ſources de gloire, & tous les moyens d'utilité, commença à Petersbourg une Académie ſoutenue & élevée par la protection des deux Impératrices qui lui ont ſuccédé (*l*).

(*a*) En 1690, Weidler, p. 532.
(*b*) En 1692, *Ibid.*
(*c*) En 1710, *Ibid.* p. 575.
(*d*) En 1709, *Ibid.* p. 586.
(*e*) En 1713, *Ibid.* p. 587.
(*f*) M. de la Lande, *Aſtron.* Tom. I, p. XXXVII.
(*g*) En 1712, Weidler, p. 600.
(*h*) En 1725, *Ibid.* p. 602.
(*i*) En 1727, *Ibid.* p. 606.
(*k*) Elle en a une aujourd'hui à Stockolm, où un nombre d'hommes célebres ſe raſſemblent, autour d'un Souverain digne de les inſpirer.
(*l*) Pluſieurs aſtronômes que nous n'avons pu diſtinguer par des articles particuliers ont eu part cependant aux progrès, & ont contribué à élever nos connoiſſances. L'Allemagne eut Eimmart, Veigel, Kirch, Wurtzelbaur, déjà cités pluſieurs fois pour des obſervations aſtronomiques. Ce fut ce dernier, qui reconſtruiſit en 1692 un obſervatoire à Nuremberg, dans cette ville où Waltherus & Regiomontanus avoient fondé l'aſtronomie pratique, renouvelée par eux en Europe. Wurtzelbaur eut une conformité avec un aſtronôme célebre, avec Hévélius; il refuſa, comme lui, l'uſage des inſtrumens garnis de lunettes; il croyoit que la direction du rayon viſuel y étoit moins ſure que dans les alidades (*Weidler*, p. 569). La France eut Sedileau, Chazelles, Lientaud; l'Italie Bianchini & Manfredi; l'Angleterre Keil & Whiſton, dont le premier nous a laiſſé une introduction à l'Aſtronomie, où des élémens clairs & faciles de cette ſcience,

Mais l'aſtronomie avoit fait de grandes pertes ; Hévélius étoit mort en 1687, Huygens en 1685, Flamſteed en 1719, Newton, dont la vie fut longue comme ſa gloire, en 1722, âgé de quatre-vingt-cinq ans. Cette longue vie ne fut ſurpaſſée que par celle de Dominique Caſſini, qui étendit ſa carriere juſqu'à quatre-vingt-huit ans, & mourut en 1713. Le philoſophe, qui compare les faits amaſſés avant lui, pour en tirer de grands réſultats, a toujours aſſez de tems, pourvu qu'il ne ſoit pas venu trop tôt & qu'il ait aſſez de génie. Le moment de paroître fut favorable à Newton, & le génie ne lui manqua pas ; auſſi vingt ans lui ſuffirent pour fonder une gloire éternelle. Mais ce n'eſt pas trop d'un ſiecle pour un aſtronôme curieux de connoître la nature céleſte, qui ſe meut & ſe développe ſi lentement. Ce ſeroit même infiniment peu, ſans la préciſion moderne qui compenſe le tems, qui ſaiſiſſant les petits effets de plus près & avec plus d'exactitude, peut en conclure les grands que la nature avoit réſervés pour des générations accumulées. Caſſini, dans ſes dernieres années, perdit la vue comme Galilée, mais il dût mourir content ; ſa longue vie avoit été dignement employée à la vertu & à la gloire : les annales de la ſcience ſont

---

traduits en François par M. le Monnier. Le ſecond s'eſt diſtingué par une opinion ſinguliere. En remontant aux différentes apparitions préſumées de la comete de 1680, il en trouve une aſſez voiſine de l'époque aſſignée au déluge univerſel ; & il penſe que les vapeurs de la queue de cette comete rencontrées par la terre, avoient été la cauſe de l'inondation générale : mais Newton a fait voir qu'il y a bien peu d'eau dans le volume dilaté de ces queues immenſes, & ſurtout trop peu pour un déluge. Enfin le Danemarck avoit Horrebow, qui obſerva conjointement avec Roëmer, dans l'eſpérance de découvrir la parallaxe annuelle des fixes. Roëmer & lui trouverent la parallaxe des fixes, & en particulier celle de la Lyre de 30″. Horrebow, qui continua les obſervations après la mort de Roëmer, arrivée en 1710, publia un ouvrage intitulé *Copernicus triumphans*, où il a toujours cru avoir démontré le mouvement de la terre par la parallaxe des fixes. Nous n'avons point vu cet ouvrage, mais M. de la Lande à qui on peut s'en rapporter, juge que les obſervations étoient défectueuſes (*Aſtron.* art. 2779). Il eſt évident que cette parallaxe de 30 ſecondes ne peut être qu'une erreur d'obſervation, les aſtronômes modernes, M. de la Caille, qui a tant obſervé ces deux étoiles de la Lyre & de Syrius, auroient apperçu cette parallaxe qui ſeroit très-ſenſible.

pleines de ſon nom & de ſes titres. Maraldi ſon neveu, lui ſurvéquit & mourut en 1729. Halley, Bradley, Jacques Caſſini & M. Deliſle reſtent à l'époque où nous ſommes, pour inſtruire les nouveaux aſtronômes, pour lier à cette génération ſignalée & reſpectable par tant de ſuccès, la génération actuellement vivante, qui s'avançoit pour augmenter de ſes idées & de ſes travaux la maſſe de nos connoiſſances, & pour élever encore cet édifice auguſte de l'aſtronomie, fondé par le tems & rendu inébranlable par le génie.

DISCOURS

DISCOURS

SUR LA NATURE

DES CORPS LUMINEUX ET DES CORPS OBSCURS

DE L'UNIVERS.

IL eſt un corps qui luit par lui-même, qui eſt la ſource de la lumiere & de la chaleur; il éclaire, il féconde, il vivifie tous les corps aſſemblés autour de lui. Ce vaſte corps, douze cent mille fois plus gros que celui qui nous fut donné pour demeure, eſt un foyer immenſe & inépuiſable de tous les biens qu'il verſe ſur nous. Le globe que nous habitons, les planetes qui, comme nous, ont ſubi l'aſſujettiſſement, qui partagent avec nous les biens diſpenſés par le Soleil, ſont des corps eſſentiellement obſcurs; ſans le Soleil, ils exiſteroient dans la nuit, ils ſeroient ſolitaires, mutuellement inconnus. C'eſt par la correſpondance de la lumiere qu'ils ſe manifeſtent; ils peuvent renvoyer la lumiere, mais pour donner, il faut qu'ils reçoivent: ils n'ont en eux rien d'actif pour porter au loin le ſigne de leur exiſtence. Le Soleil eſt unique dans notre ſyſtême des planetes, mais eſt-il unique dans l'univers? L'univers a-t-il d'autres Soleils deſtinés à répandre des biens ſemblables dans différens cantons de l'eſpace? Quelle eſt la nature de ces corps eſſentiellement

lumineux ? quels rapports ont-ils avec les corps obſcurs, qui ſont dans leur dépendance ? Il ſeroit intéreſſant de connoître les propriétés particulieres, les caracteres eſſentiels qui les diſtinguent ; & en même tems les propriétés communes qu'ils tiennent d'une matiere univerſelle, qui eſt ſans doute la baſe de la nature.

La ſolution complette & démontrée de ces queſtions importantes n'eſt peut-être pas au pouvoir de l'homme & du tems ! Nous avons pu diminuer la diſtance, mais non l'anéantir : & quand nous aurions cette puiſſance, les détails des choſes placées ſous nos yeux nous échappent encore. Mais tout ce qui exiſte appartient à une même nature ; ſes parties dépendantes ſe correſpondent d'un bout de l'univers à l'autre : la nature, en agiſſant, ſe manifeſte, la diſtance ne lui fait rien ; elle a des caracteres plus grands que cette diſtance ne peut anéantir. Ce ſont ces caracteres, ce ſont les faits recueillis de loin en loin dans différens ſiecles, que nous devons raſſembler ; leur comparaiſon peut fournir des concluſions utiles : l'ordre que nous y mettrons eſt un titre de poſſeſſion, un moyen de jouiſſance ; & ce qui manquera aux ſolutions que nous cherchons, on l'attendra du tems.

C'eſt une choſe bien reconnue que dans notre ſyſtême le Soleil a ſeul la propriété de produire & de répandre la lumiere ; les planetes opaques ont ſeulement la faculté de la recevoir & de la renvoyer. Nous diſtinguons cette lumiere de réflet, parce qu'elle eſt foible & tranquille. Les ſurfaces réfléchiſſantes les plus proches de nous ne fatiguent point notre organe : le foyer de la lumiere, placé beaucoup plus loin, a un éclat qui nous fait baiſſer les yeux ; nous y reconnoiſſons une activité naturelle & énergique. Cette lumiere, en s'échappant par des rayons divergens, s'étend & ſe partage dans les eſpaces, &

les miroirs du ciel ne nous la renvoyent que dans cet état d'affoibliſſement. Tels ſont les caracteres que la vue, aidée du téleſcope, a reconnus dans le Soleil & dans les ſeize planetes qui compoſent notre ſyſtême. Le ſoleil eſt ſeul de ſon eſpece, les ſeize autres corps ſemblables entr'eux ſont d'une eſpece différente. Voilà deux ordres de corps, les uns lumineux, les autres obſcurs; & une diviſion indiquée par la nature. Mais les points étincelans qui éclairent foiblement la nuit, les étoiles qui ſont ſemées avec profuſion ſur la voûte céleſte, appartiennent néceſſairement à l'un de ces deux ordres; il faut ou produire la lumiere, ou la recevoir. Tous les aſtres qui la reçoivent ou la réfléchiſſent ſont mobiles; ils ſont errans dans le ciel; c'eſt par cette raiſon qu'ils ont été nommés *planetes*. Les étoiles ſont fixes; elles reſtent conſtamment dans un point déterminé de l'eſpace, & ce caractere qui les diſtingue des planetes, les rapproche du Soleil qui eſt également immobile. La ſimple vue nous apprend que pluſieurs de ces étoiles ſont plus brillantes que quelques-unes des planetes; Sirius a ſans doute plus d'éclat que Saturne. Les téleſcopes, qui nous ont permis une inſpection plus attentive & plus détaillée, nous ont repréſenté les planetes ſous l'apparence d'un diſque enfermant une lumiere tranquille, qui naît de la réflexion; & les étoiles ſans diſque, toujours comme des points étincelans, ce qui indique leur éloignement. Cette lumiere encore étincelante, malgré la diſtance, malgré les eſpaces où elle s'eſt étendue & affoiblie, annonce par cette force conſervée un foyer puiſſant comme le Soleil, & une lumiere propre & native comme la ſienne. Nous ignorons quelle eſt la diſtance de ces étoiles, nous ſavons ſeulement qu'elle eſt inaſſignable & comme infinie. Les aſtronômes, après des efforts réitérés pour obtenir la petite parallaxe des étoiles, ſont convaincus que celle de Sirius, la

plus belle & ſans doute la plus proche de ces étoiles, n'eſt pas d'une ſeconde. Nous la ſuppoſerons de deux pour ne rien forcer ; il en réſulte néceſſairement que Sirius eſt cent mille fois plus éloigné de nous que le Soleil, & dix mille fois plus loin que Saturne. Il eſt certain que la lumiere s'affoiblit par le trajet & par l'éloignement ; les planetes illuminées par le Soleil ſont d'autant plus claires, d'autant plus brillantes qu'elles ſont plus proches de lui & de nous : cet affoibliſſement eſt déjà très-notable ſur le diſque de Saturne. Si donc la lumiere du Soleil étoit envoyée à Sirius comme à cette planete, elle y arriveroit affoiblie dans la raiſon du quarré des diſtances, & à un éloignement dix mille fois plus grand (*a*), elle ſeroit cent millions de fois plus foible. Il ne faut pas, à beaucoup près, un ſi grand intervalle pour la rendre inſenſible. Sirius nous ſeroit donc totalement inconnu ; or cette étoile eſt viſible, elle a plus d'éclat que Saturne même : Sirius luit donc à nos yeux par ſa lumiere native ; il ne tient rien du Soleil, & s'il ſe manifeſte à nous, c'eſt par ſa propre puiſſance. Il y a donc réellement des caracteres, qui peuvent être ſaiſis malgré la diſtance des lieux ; & ces deux reſſemblances remarquables, celle de la fixité du Soleil & des étoiles, & celle d'une lumiere forte & propagée au loin, démontrent l'identité de ces corps eſſentiellement fixes & lumineux, jetés par milliers dans les eſpaces de l'univers.

Mais quel eſt relativement à notre Soleil, le volume de ces corps ſemblables à lui, & qui par la diſtance ſont réduits à l'apparence de points étincelans ? Nous ne pouvons connoître la grandeur des corps que lorſqu'elle eſt ſenſible & meſurable.

(*a*) Sirius étant cent mille, & Saturne environ dix fois plus éloigné de nous que le Soleil ; Sirius en eſt dix mille fois plus loin.

Cette condition néceſſaire ne ſuffit même pas, il faut encore connoître leur diſtance, puiſque la grandeur apparente diminue par l'éloignement, & s'évanouit quand la diſtance eſt trop grande. Nous ne pouvons donc acquérir quelque notion du volume des étoiles, que par des ſuppoſitions qui nous procureront, ſinon une détermination, du moins une eſtime vraiſemblable. Nous pouvons reculer le Soleil par la penſée, & juger par ce qu'il deviendra, de ce que ſont les étoiles. Nous ſommes sûrs que leur diametre n'occupe pas dans le ciel une étendue qui ſurpaſſe une demi-ſeconde (*a*). Le Soleil en occupe 1920, ou 32 minutes; en le plaçant 3840 fois plus loin, ce diametre ne paroîtra plus que d'une demi-ſeconde, comme celui des étoiles. Cette demi-ſeconde répond ſur nos grands inſtrumens à un trois-centieme de ligne; & comme il faut cinquante cheveux pour couvrir une ligne, ou un douzieme de pouce, il s'enſuit qu'il faudroit alors répéter ſix fois l'étendue du diametre du Soleil, pour qu'elle répondît à celle d'un cheveu. Un Soleil ſix fois plus grand, mais ainſi éloigné, ſeroit entiérement éclipſé par un cheveu placé ſur le limbe de l'inſtrument. On a déjà peine à croire que ce point imperceptible de l'eſpace céleſte puiſſe avoir une lumiere ſenſible, & rayonner juſqu'à nous. Mais ce n'eſt pas tout, le défaut de parallaxe bien reconnu dans Sirius, nous a fait conclure qu'il étoit au moins cent mille fois plus loin que le Soleil; il eſt donc à une diſtance vingt-ſix fois plus grande que celle où nous avions placé le Soleil. Le diametre doit diminuer dans la même proportion, & notre Soleil, envoyé au lieu où eſt Sirius, auroit un diametre apparent, qui ne ſeroit pas la cent

(*a*) Si une étoile avoit un diametre de 1″ de degré dans le ciel, la lune ne l'éclipſeroit qu'en 2″ de tems, & toutes les obſervations conſtatent que l'éclipſe eſt inſtantanée.

cinquante-ſixieme partie de celui d'un cheveu ; & ſa lumiere ſeroit dix milliards de fois diminuée. Une étoile de la premiere grandeur nous paroît occuper environ cinq à ſix ſecondes, mais c'eſt l'effet de l'irradiation des corps lumineux en général, & de la ſcintillation particuliere aux étoiles. Cet effet eſt détruit dans les fortes lunettes ; il n'appartient point aux étoiles, elles ne ſont réellement que des points (*a*). Nous ne prétendons pas limiter la puiſſance de la nature ; nous ſavons que la lumiere a une élaſticité parfaite, une vîteſſe énorme qui ſuppoſe une force très grande : la ſenſibilité de l'organe peut être telle que la vivacité preſque infinie de l'impreſſion compenſe ſon peu d'étendue. Mais l'imagination ſe refuſe à concevoir que ſi nous voulions meſurer le diametre d'une étoile dépouillée de toute irradiation, la cent cinquante-ſixieme partie de la largeur d'un cheveu, placé ſur le limbe d'un inſtrument de dix pieds, éclipſeroit l'étoile ! Chacun a ſa balance de comparaiſon ; on concevra ſi l'on veut que ce diametre, ce point imperceptible puiſſe être ſenſible ſur notre organe, puiſſe avoir l'éclat vif & la lumiere colorée des étoiles de la premiere grandeur : pour nous, nous avouons que nous ne le pouvons concevoir ; & que nous aimons mieux ſuppoſer qu'il eſt dans la nature des corps plus volumineux que le Soleil. Nous croirons que les étoiles, qui ſont aſſez éloignées pour n'avoir point de parallaxe, & qui cependant ont une lumiere vive & brillante, ſont d'un volume infiniment plus conſidérable que le ſien. Si elles lui étoient égales, elles nous ſeroient inconnues. Le ſoleil eſt diſproportionné par ſa grandeur, il peut l'être auſſi par ſa petiteſſe ; dans notre ſyſtême il eſt le maître des aſtres, il peut avoir ſes maîtres dans l'univers.

(*a*) *Suprà*, p. 822 & 70.

Ces raiſons, qui ſuffiroient pour nous décider, ſont encore appuyées d'une autre probabilité. M. Michell, Anglois, penſe que l'uſage de claſſer les étoiles & de les grouper en conſtellations, n'eſt pas tant de l'imagination des aſtronômes que de la nature. On voit d'aſſez grands eſpaces dans le ciel, où les plus forts téleſcopes ne découvrent aucune étoile, tandis qu'on en rencontre d'aſſez petits où beaucoup d'étoiles ſont unies & entaſſées. Les Pléïades, par exemple, ſont compoſées de ſix étoiles remarquables au milieu de pluſieurs autres; elles ſont toutes entre la troiſieme & la ſixieme grandeur. Hypparque & Ptolémée ont compté dans le ciel 1022 étoiles viſibles à la vue ſimple, c'eſt-à-dire, de la ſixieme grandeur & au-deſſus; mais comme ces anciens aſtronômes ne voyoient point à Alexandrie le ciel entier, comme il eſt poſſible qu'il leur ſoit échappé beaucoup de ces étoiles, M. Michell ſuppoſe qu'on en peut compter environ 1500 de cette eſpece. Il calcule enſuite par les probabilités, combien on peut parier que dans ce nombre d'étoiles, ſémées arbitrairement ſur la voûte céleſte, ſix de ces étoiles ſeront réunies dans un ſi petit eſpace, & il ne trouve que l'unité contre cinq cent mille. Il y a donc cinq cent mille contre un à parier que ſix étoiles n'ont point été ainſi ſerrées & diſpoſées par le haſard; & cinq cent mille contre un qu'il exiſte une cauſe & une raiſon de cet aſſemblage. Cette probabilité eſt très-forte dans un monde où tout eſt réglé par des loix, où rien ne s'eſt fait ſans cauſe. Ces étoiles groupées forment donc un ſyſtême abſolument analogue à notre ſyſtême planétaire. Notre Soleil n'exiſte donc pas ſolitairement, & doit appartenir à quelque ſyſtême d'étoiles. M. Michell propoſe pluſieurs indices aſſez plauſibles pour diſtinguer les corps avec leſquels notre Soleil peut être lié; il en exclud d'abord tous les amas d'étoiles, ce ſont des ſyſtêmes, des ſociétés

ſéparées. Les étoiles qui peuvent lui être aſſociées ſont ſans doute celles de la premiere & de la ſeconde grandeur ; 1°. parce qu'étant plus grandes, on peut légitimement ſuppoſer qu'elles ſont plus proches ; 2°. parce que pluſieurs d'entr'elles ont des mouvemens propres, & que la poſſibilité d'appercevoir ces mouvemens paroît tenir à leur proximité. M. Michell juge même que pluſieurs petites étoiles peuvent être de notre domaine ; ce ſont celles qui ne ſont pas accompagnées (*a*). Cette idée eſt conforme à la ſageſſe, à l'unité de la nature. Notre ſyſtême planétaire nous démontre qu'elle a uni & lié enſemble pluſieurs corps céleſtes ; elle a partout travaillé ſur le même plan, elle a fait des aſſociations dans le ciel, comme les hommes qui ſuivent ſes vues, en ont fait ſur la terre. Les chefs des petites ſociétés ſont eux-mêmes les membres de ſociétés plus grandes. Les étoiles grandes & petites qui compoſent notre ſyſtême particulier, ſont diſperſées, ſemblent iſolées, parce que nous les voyons de l'intérieur du ſyſtême.

Une conſéquence néceſſaire de cette idée eſt que ces différens ſyſtêmes d'étoiles doivent être aſſemblés, & ſe balancer mutuellement par une cauſe générale. Cet équilibre eſt la premiere loi de tout ce qui ſe conſerve : ſoit que ces amas de corps reſtent reſpectivement en repos comme des puiſſances égales, oppoſées, qui agiſſent par des leviers ; ſoit qu'ils participent à un mouvement général que nous ne pouvons appercevoir. Mais la cauſe qui aſſemble les étoiles, qui les forme & qui les contient en ſyſtême, ne peut être qu'une force prépondérante ; il n'y a point de ſociété ſans un lien, & ce lien, c'eſt un corps plus puiſſant qui maîtriſe les autres. Ces ſyſtêmes

(*a*) Tranſ. philoſ. année 1767, N°. 234.

eux-

eux-mêmes ne peuvent ſe balancer qu'autour d'un ſyſtême central, qui régiſſe tout en raiſon de la maſſe, formée ou par un nombre plus grand de corps, ou plus vraiſemblablement par un corps encore plus puiſſant. La ſubordination eſt dans tous les degrés : la nature n'eſt qu'une hiérarchie compoſée d'êtres dépendans ; une loi ſemblable fait que celui qui ſurpaſſe eſt lui-même ſurpaſſé. Voilà donc une échelle de grandeurs croiſſantes, où l'eſprit retrouve la nature telle qu'elle exiſte partout ſous ſes yeux. Nous voyons les lunes, les petits ſatellites accompagner ſervilement les planetes principales & plus groſſes : ces planetes ſuivent le Soleil, qui les domine par ſa maſſe ; il eſt lui-même enchaîné à un ſyſtême d'étoiles, auquel préſide une étoile plus grande, plus volumineuſe, qui à ſon tour le fait obéir, comme il fait obéir toutes les planetes ; & ces groſſes étoiles, qui régiſſent les étoiles plus petites ſont encore aſſemblées autour d'une étoile, qui les ſurpaſſe en grandeur & en force. L'imagination pourroit multiplier ces degrés, mais il ne nous eſt pas donné de les ſuivre ; ils pourroient n'exiſter réellement que dans notre imagination. Les ſyſtêmes d'étoiles ingénieuſement obſervés, la connoiſſance des loix néceſſaires à l'équilibre, nous font ſoupçonner deux ordres de grandeur au-delà du Soleil ; nous devons nous y arrêter. Les premiers aſtronômes n'ont pas jugé ce Soleil plus grand que la Lune ; ſi on leur eût dit que cet aſtre pouvoit contenir dans ſon volume ſoixante-dix millions de Lunes ſemblables, ſi on leur eût dit ſur tout qu'il étoit douze cent mille fois plus gros que la terre qu'ils ne pouvoient parcourir entiere, & qui leur paroiſſoit ſans bornes, ils auroient eu plus de peine à ſe figurer cette grandeur, que nous n'en aurons aujourd'hui à imaginer une maſſe peut-être un million de fois plus grande que la ſienne, & une autre maſſe encore un million de fois plus volumineuſe que celle-là.

Si nous voulons étudier la nature de ces aſtres lumineux, le plus proche de ces corps, le Soleil que nous avons, pour ainſi-dire, ſous la main, eſt celui que nous devons examiner; mais nous n'examinons rien que par comparaiſon, nous ne pouvons obſerver que des conformités & des différences. Il faut donc comparer le Soleil à un autre objet, & cet objet ſera notre globe. Le Soleil eſt d'abord peſant comme lui, il eſt douze cent mille fois plus gros, il peſe trois cent mille fois plus; ſous un volume égal, il renfermeroit donc quatre fois moins de matiere. Mais la matiere ſe préſente à nous ſous deux formes principales, la ſolidité & la fluidité. La maſſe de notre globe eſt eſſentiellement ſolide; & l'on peut demander ſi la maſſe du Soleil eſt dans un état ſemblable, ou ſi elle eſt dans un état de liquidité. Il paroît hardi de répondre à cette queſtion; cependant l'aſtronomie & la phyſique ont des faits, qui peuvent conduire à une réponſe ſatisfaiſante. C'eſt la chaleur qui fait la liquidité; les pierres les plus dures, les métaux les plus compacts, ſont transformés en liqueur par un feu actif: la terre auroit des fleuves de métal, ſi elle étoit animée d'une chaleur ſuffiſante; & peut-être que les veines, les couches de métal que ſon ſein renferme ne ſont que des mers & des fleuves gelés & conſolidés. L'eau & le mercure, eſſentiellement fluides, ſe glacent lorſque la chaleur diminue, & à certain degré de froid. Si le froid produit la ſolidité, ſi la chaleur rend tout liquide ſur notre globe, nous pouvons juger de ſes effets dans le ſoleil qui en eſt la ſource, dans le foyer où elle réſide eſſentiellement. Les corps les plus durs fondent dans nos fourneaux, avec la chaleur médiocre dont nous pouvons diſpoſer; il eſt évident que ſi ces corps étoient portés dans le Soleil, ils y fondroient inſtantanément, ou du moins dans un tems proportionné à leur maſſe. Il eſt donc naturel d'en conclure que toute

la matiere qui compoſe le Soleil doit être dans un état de fuſion, ou parfaite, ou du moins commencée. Cette matiere paroît avoir une autre reſſemblance avec les fluides; c'eſt l'évaporation. Le feu a une force expanſive qui le porte à ſe répandre, & qui entraîne avec lui tout ce qui eſt atténué & rendu aſſez leger pour le ſuivre; c'eſt la cauſe de l'évaporation. C'eſt ainſi ſans doute que ſe ſont formées les atmoſphères. Les corps chauffés exhalent des fumées; les chevelures, les queues des cometes, qui ne ſont que des atmoſphères tantôt également étendues autour du globe de la comete, tantôt dirigées en colonnes par une force expanſive plus grande, ne ſe montrent que lorſque les cometes approchent du Soleil, & qu'elles éprouvent l'effet de la chaleur. Newton en a conclu avec raiſon que ces atmoſphères, produites par la proximité du Soleil, n'étoient que des fumées; & en généraliſant cette idée, en voyant ſur notre globe les émanations s'élever au-deſſus de ſa ſurface, & ſe proportionner toujours à l'intenſité de la chaleur, on peut également conclure & des atmoſphères ſubites des cometes & des fluides élevés paſſagerement ſous nos yeux dans le grand fluide qui enveloppe la terre, que toutes les atmoſphères ſont primitivement émanées de leurs globes mêmes; nées du principe de la chaleur, elles ont une étendue proportionnée à l'activité de ce principe.

Dans l'examen que nous faiſons des corps céleſtes, nous pouvons donc toujours regarder les atmoſphères comme un ſymptôme de chaleur. Les deux états extrêmes de ces corps, les ſaiſons oppoſées de leur température ſe retrouvent dans les cometes, qui ont leur été dans une petite partie de leur orbite, où violemment chauffées, elles ſubiſſent une évaporation abondante, elles s'entourent d'un amas de fluides & de vapeurs; reportées enſuite dans des régions lointaines, où la lumiere &

la chaleur ont peine à les ſuivre, les cometes ont un long hiver; les vapeurs retombent, & l'atmoſphere ſe rejoint à la maſſe dont elle étoit ſortie. Quand D. Caſſini n'auroit point découvert la lumiere zodiacale, quand il n'auroit point eu la conjecture heureuſe que cette lumiere étoit l'atmoſphère du Soleil, conjecture pleinement vérifiée dans les éclipſes de cet aſtre, où ſon atmoſphère devient viſible, nous aurions conclu du feu qui le compoſe, de la force expanſive de ce feu, de la chaleur au loin propagée, que cet aſtre doit fournir à une évaporation continuelle, & s'entourer d'une grande atmoſphère. Ces vapeurs élevées du Soleil ſont plus denſes dans les couches plus voiſines de ſa ſurface, c'eſt-à-dire, que le feu y eſt mêlé à plus de matieres hétérogènes. Ce feu s'épure en s'éloignant; tandis qu'il continue à s'élever par ſa force expanſive, les matieres groſſieres retombent par leur poids; il finit par s'élever ſeul, & lorſqu'il a recouvré ſa pureté primitive, il devient la lumiere, qui n'eſt que la ſuite & la partie la plus ſubtile de cette évaporation puiſſante.

On peut croire que la fumée des corps eſt d'autant moins obſcure, & même d'autant plus lumineuſe que la matiere du feu y eſt plus abondante. Les vapeurs, qui s'exhalent des acides fumans, tels que l'acide marin & l'acide nitreux, ſont ou blanches, ou colorées de rouge; elles tiennent indubitablement ces couleurs du phlogiſtique, qui modifie ces acides, & qui n'eſt lui-même que la matiere du feu & de la lumiere. Cette conſidération nous paroît propre à décider une queſtion propoſée ſur l'atmoſphère du Soleil. On demande ſi elle eſt lumineuſe par elle-même, ou ſi l'amas de ces molécules acquiert ſeulement aſſez de denſité pour nous renvoyer quelques rayons de l'aſtre qui en fait le centre. Il ſemble que dans ce centre, où le feu eſt ſi actif & ſi abondant, il doit s'élever en

grande quantité, & donner aux matieres qu'il entraîne le caractère lumineux qui lui appartient. On peut répondre à cette queſtion, ſi M. de Mairan a bien expliqué la cauſe & la production des aurores boréales; ces aurores, ſuivant ſa conjecture ingénieuſe, ſont dues à l'atmoſphère ſolaire, étendue en fuſeau au-delà de notre orbe : la terre la traverſe & s'y plonge deux fois l'année; la matiere de cette atmoſphère tombe dans notre air, s'y mêle, & continuellement chaſſée de zône en zône par la rotation diurne du globe, ſe réfugie aux deux pôles où elle s'amaſſe, & ſe montre ſous la forme de couronnes & de jets colorés par le feu qui y domine. Si les aurores boréales conſervent cette lumiere, lorſqu'elles ſont tranſportées dans un monde étranger, lorſque toute communication eſt rompue avec la ſource qui les produit, on peut croire que près de cette ſource même, la matiere qui les compoſe a quelque lumiere & quelque couleur. L'anneau lumineux vu autour du Soleil, lorſqu'il eſt éclipſé, tient de trop près à cet aſtre pour ne point partager ſes propriétés.

L'opinion la plus ancienne & la plus naturelle ſur le ſoleil, eſt que cet aſtre eſt un globe de feu; mais d'un feu en action; d'un feu liquide ſemblable à la flamme ondoyante, qui entoure les corps combuſtibles, & qui ſe replie pour les embraſſer & les dévorer. Lorſque le téleſcope inventé eut permis de conſidérer ce globe enflammé, on y apperçut des taches; ces taches ſont noires, irréguliérement figurées. Cette couleur eſt l'indice de l'opacité, & d'une matiere auſſi denſe & auſſi compacte, que la matiere du feu en action eſt rare & légere. Ces taches ſont ſouvent environnées d'une ombre, d'une eſpece d'atmoſphère blanchâtre; cette ombre ſe montre avant que la tache paroiſſe, elle reſte après que la tache a diſparu. Les taches ſont en effet paſſagères; leur apparition n'a point de regle, elles naiſſent tout-à-coup ſous

les yeux mêmes de l'obſervateur. Le premier Octobre 1688, le Soleil n'avoit point de taches à midi, deux heures après il en avoit qui étoient déjà toutes grandes & toutes formées. Elles devoient reparoître le 17 Octobre; on ne les vit pas; elles avoient donc diſparu ſubitement comme elles étoient nées. Derham a vu, pendant qu'il obſervoit, les taches changer de forme & d'obſcurité ſous ſes yeux; il les a vues quelquefois dans le même jour s'affoiblir, ſembler prêtes à s'éteindre, & reparoître de nouveau. Souvent ces taches ne ſe laiſſent voir que pendant quelques jours, & ſouvent pendant des mois entiers. La premiere opinion fut que ces taches étoient une dépuration du feu, une écume que la matiere bouillante jetoit à ſa ſurface. Le haſard, la bizarrerie de ces apparitions pouvoient favoriſer ce ſoupçon; mais comme ces taches diſparoiſſoient, & qu'on étoit embarraſſé de la matiere qui les produit, on ſuppoſoit que cette matiere étoit diſſipée dans l'éther, ou repompée par l'obſervation de la maſſe, ce qui eſt bien peu naturel. On crut même remarquer quelque mouvement propre dans ces taches, mouvement qui ſe compoſoit avec celui de la rotation du Soleil. On dit que ces écumes flottoient ſur le fluide; & on les compara aux nuages qui nagent dans l'air, & qui ſont en effet les écumes de la terre. Les faits réunis & bien étudiés ſemblent rejeter cette explication; elle eſt d'ailleurs détruite par un autre fait bien conſtaté. On a vu pluſieurs fois des taches ſemblables, aprés une longue diſparition, reparoître au même lieu ſur le diſque du Soleil. Il eſt naturel d'en conclure que ce ſont pluſieurs apparitions d'une même tache. D. Caſſini en revit une en 1702, qu'il avoit déjà obſervée en 1695 (*a*). Il en avoit obſervé une autre en 1686, qu'il retrouva

(*a*) Mém. Acad des Scien. année 1702, p. 140.

dans les deſcriptions du P. Scheiner, & qui avoit été obſervée par lui en 1625, 61 ans auparavant. Ces retours d'apparitions au même lieu, après des intervalles différens, détruiſent abſolument l'idée d'une matiere qui s'évapore. Une dépuration, opérée au milieu d'une ſi grande agitation, ne ſemble point compatible avec ces retours; il faut une explication qui rende à la fois raiſon & de la ſingularité de ces retours, qui tient à une ſorte de conſtance, & de la bizarrerie habituelle de ces taches, tant par le lieu où elles ſe montrent que pour leur forme inégale & changeante, leur couleur plus ou moins fondée, leur durée plus ou moins longue. La Hire eut une idée ingénieuſe, qui paroît la plus naturelle & la plus vraie. Selon lui, les taches obſcures, & quelquefois tout-à-fait noires, appartiennent à une maſſe ſolide, dont elles ne ſont que les éminences. Cette maſſe eſt de toutes parts enveloppée, baignée, brûlée par le fluide du feu & de la lumiere: la maſſe nage dans le fluide, & lorſqu'elle s'éleve, elle montre ſes éminences que nous prenons pour des taches; lorſque la maſſe s'enfonce, les taches & les éminences diſparoiſſent. La tache eſt noire, lorſque l'éminence eſt entiérement dépouillée du fluide igné; elle n'eſt qu'obſcure, lorſque l'éminence eſt recouverte d'une couche légere & tranſparente. Enfin les taches, avant de ſe montrer, & après avoir diſparu, laiſſent cette apparence déſignée ſous le nom d'ombre, & qui n'eſt que l'opacité de la maſſe ſolide apperçue à travers une couche plus épaiſſe du fluide. On a remarqué que les taches ne paroiſſent point en même tems dans les parties oppoſées du Soleil; elles ſont le plus ſouvent aſſez voiſines. Cette oſcillation annonce un fluide qui abandonne une partie pour ſe jeter ſur une autre; & tous les phénomènes réunis indiquent une maſſe ſolide & opâque, livrée à l'action de ce fluide deſtructeur, qui en a lui-même formé la

figure irréguliere. Les excavations, qui ſont ſon ouvrage, ont produit les éminences; & ces éminences que nous avons priſes pour des taches, ſont les preuves de ſon activité puiſſante. L'agitation extrême de ce fluide, qui eſt le principe de tous les autres fluides, eſt la cauſe des bizarreries obſervées. Tantôt il abandonne & laiſſe à nud ces éminences, tantôt il laiſſe appercevoir leur obſcurité à travers un voile de lumiere, puis il revient couvrir les unes, en en laiſſant reparoître d'autres. Cette agitation, dont les loix ſont incalculables, eſt une ſource féconde des bizarreries apparentes; mais elle n'empêche pas que lorſque cette eſpece de haſard retire le fluide de la même éminence, une tache vue 61 ans auparavant, ne ſe montre au même lieu & avec les mêmes caractères. Si les taches ſont mobiles, c'eſt par le mouvement du fluide qui les couvre, ou qui les abandonne; ſi elles ſemblent s'approcher ou s'éloigner, c'eſt l'effet du fluide interpoſé dans le vallon évaſé qui les ſépare. S'il n'y avoit point de fluide dans ce vallon, les deux éminences ne formeroient qu'une tache continue: elles ſe ſéparent, on voit deux taches lorſque le fluide s'interpoſe; & lorſqu'il s'éleve, en s'accumulant, la plaine s'aggrandit, & les taches paroiſſent reculer & ſe fuir On ne peut rien deſirer de plus ſatisfaiſant que cette explication; mais elle porte encore ſur un principe inconteſtable de phyſique; ſur un fait toujours obſervé. C'eſt que le feu ne ſe manifeſte que lorſqu'il brûle & qu'il dévore; il ſe diſſipe lorſqu'il n'a plus d'aliment. Le Soleil n'exiſte donc point ſans un aliment combuſtible qui nourriſſe, qui occupe ce feu, pour l'empêcher de ſe diſſiper. L'opinion, qui regarde les taches du Soleil comme une écume, a la même baſe que l'explication de la Hire, elle ſuppoſe également une matiere hétérogène, mêlée au fluide igné: il n'y auroit point de dépuration ſans cette hétérogénéité.

Une

Une preuve d'un grand poids ajoute encore aux concluſions que nous venons de tirer des taches apparentes du Soleil. Cet aſtre peſe trois cent mille fois plus que la terre, ſous un volume douze cent mille fois plus grand ; ſa matiere n'eſt donc que quatre fois moins denſe que la matiere ſolide & dure de notre globe. Nous ignorons quel peut être le poids de la matiere du feu, lorſqu'il eſt condenſé & fixé dans les corps, lorſqu'il entre avec les autres élémens dans la compoſition de ces corps ; mais il eſt évident que le feu ſolaire n'eſt point dans cet état d'eſclavage & de fixité. Tout nous annonce qu'il eſt libre, & nous en jugeons par la puiſſance qu'il tient de cette liberté. Or le feu libre, tel qu'il eſt ſous nos yeux, ſe caractériſe par une flamme légere, volatile, qui a beaucoup de volume, peu de maſſe & de poids ſenſible. Le feu libre eſt ſans doute le plus léger de tous les fluides ; or comment pourroit-il ſe faire, ſi ce feu libre conſtituoit ſeul la maſſe du Soleil, que cet amas de matiere ne fût que quatre fois plus léger que la maſſe entiérement ſolide de notre globe. Cette difficulté eſt facilement réſolue dans l'hypothèſe de la Hire. On conçoit que le fluide le plus léger, baignant une maſſe ſolide, peut dans les effets qui réſultent de leur union, nous manifeſter une denſité moyenne, une denſité plus foible que celle de la maſſe, infiniment plus forte que celle du fluide. Tout nous indique que le Soleil eſt dans un état de combuſtion : ſon globe eſt formé d'un amas de matieres ſolides & dures ; c'eſt un grand incendie dont la chaleur ſe répand au loin, & dont la lueur éclatante illumine une vaſte ſphère.

Voilà donc ce que ſont les étoiles que nous avons reconnues ſemblables au Soleil ; ce ſont des corps immenſes en combuſtion ; ce ſont de grands incendies, ſéparés par des diſtances énormes, & qui ſubſiſtent à l'écart, chacun dans un coin de l'univers.

Un incendie qui détruit, finit avec la deſtruction; tout ce qui a beſoin d'aliment périt, ſi l'aliment ne ſe renouvelle pas: ces amas de feu peuvent donc ſe diſſiper, lorſqu'ils n'auront plus rien à conſumer. Newton a penſé que les cometes étoient deſtinées à tomber un jour dans le Soleil, pour lui porter une nourriture nouvelle; ce ſecours peut être un moyen de conſervation, il en peut naître une prolongation de durée. Mais les ſecours s'épuiſent; en les concevant, nous ſentons qu'ils doivent finir; on a beau reculer le terme des choſes de la nature, on le voit toujours dans le lointain. Sans s'effrayer de la perte poſſible, mais infiniment éloignée du Soleil, on peut être curieux de ſavoir à quel terme il eſt de ſa durée, & combien il peut vivre encore. Si nous voulons nous inſtruire de cette deſtinée du Soleil, nous avons beſoin de conſulter les étoiles, elles ſont en grand nombre, on peut croire qu'elles ſont de différens âges. Il eſt ſans doute une probabilité pour les aſtres comme pour les hommes. Un nombre d'obſervations, répétées ſur une foule d'individus peut apprendre & les accidens qui appartiennent à l'eſpece, & l'eſpérance d'exiſter que l'âge laiſſe à chaque individu. Les obſervations ne ſont pas aſſez nombreuſes pour fonder des regles certaines, mais on peut commencer à employer les faits, & prévoir quelqu'un des réſultats qu'on pourra établir un jour.

Hypparque obſerva le premier fait de ce genre, il apperçut une nouvelle étoile; un feu nouveau s'alluma devant lui dans le ciel; c'étoit un incendie qui commençoit. Nous concevons mieux la deſtruction que la naiſſance des choſes. On ſent d'abord qu'un Soleil peut s'éteindre, on a peine à ſe figurer comment il peut s'allumer; on ne peut dire où étoient renfermés les feux qui brûlent une maſſe tout-à-coup embraſée: mais il ne nous eſt pas permis de tout expliquer; ce n'eſt pas à nous de diſputer

à Dieu ſes moyens, ni de conteſter un fait à la nature. Depuis Hypparque, dans les ſiecles où les ſciences furent peu cultivées, on a le ſouvenir incertain de quelques étoiles qui ont brillé tout-à-coup. Mais le phénomène de ces apparitions inattendues fut pleinement conſtaté par Tycho, lorſqu'il découvrit la nouvelle étoile de 1572 (*a*). Le commencement du dix-ſeptieme ſiecle fut marqué par l'apparition de trois nouvelles étoiles (*b*). Les aſtronômes, devenus plus attentifs, ne comptant plus ſur la conſtance des étoiles, ont reconnu ou ſoupçonné d'autres phénomènes ſemblables. Il eſt donc bien certain que des étoiles nouvelles ont paru, des feux inconnus ſe ſont allumés dans le ciel. Ce premier phénomène a été ſuivi d'un ſecond plus extraordinaire, c'eſt celui de la diſparition de ces étoiles, perdues preſque auſſi-tôt qu'elles ont été découvertes. Comment un embraſement aſſez conſidérable pour donner à ces étoiles nouvelles un très-grand éclat, s'eſt-il déclaré ſi promptement, & a-t-il ceſſé en ſi peu de tems? L'étoile apperçue par David Fabricius en 1596 au col de la Baleine, en compliquant un troiſieme phénomène avec les deux premiers, vint offrir de nouvelles difficultés, & donner naiſſance à d'autres queſtions. Cette étoile, après s'être montrée, & avoir diſparu, reparut de nouveau; elle ſe cacha, ſe montra alternativement aux yeux des aſtronômes étonnés: enfin Bouillaud démêla que ces variations étoient régulieres, & que l'étoile revenoit à ſon plus grand éclat après 333 jours écoulés. Le Cygne, qui eſt une conſtellation de la voie lactée, renouvela ce ſpectacle, & multiplia les exemples du phénomène. Cette conſtellation ſeule renferme trois de ces étoiles qu'on eſt convenu de nommer *Changeantes*. Nous ne parlerons point des

(*a*) *Suprà*. p. 381

(*b*) Caſſini, *Elém. d'Aſtr.* p. 63 & ſuiv.

deux qui ont paru pluſieurs fois, mais dont la période n'eſt pas bien connue ; la troiſieme a été ſuivie par Caſſini, Maraldi, & récemment par M. le Gentil, ſa période eſt de 405 jours. Le phénomène de la conſtellation de la Baleine n'eſt donc pas unique ; voilà deux aſtres nouveaux, aſſujettis à des révolutions périodiques. Que des feux s'allument pour durer dans ces eſpaces infinis, qu'ils s'éteignent pour ne jamais reparoître, nous attribuerons ces accidens d'une nature éloignée à des cauſes inconnues, inacceſſibles, & au haſard qui renferme toutes ces cauſes. Mais dès qu'un phénomène eſt périodique, la regle qu'il ſuit peut nous donner priſe ſur la cauſe. Jadis on ne croyoit pas que le ciel pût changer, il étoit incapable de génération & de corruption, c'étoit la doctrine d'Ariſtote. Le P. Riccioli, fidelle à cette doctrine, conduit par ce préjugé, & ſaiſiſſant l'idée antique de Beroſe, que la Lune avoit un hémiſphère obſcur & un hémiſphère lumineux pour produire ſes phaſes, donna également deux ſemblables hémiſphères aux étoiles. Les vues humaines ne ſont des erreurs que par leur application ; cette hypothèſe étoit fauſſe quant à la Lune, elle ſera peut-être vraie quant aux étoiles. Bouillaud completta cette idée & cette explication, en y ajoutant une rotation périodique, qui fait ſuccéder réguliérement les tems d'obſcurité aux tems de lumiere. Nous avons donc conçu que les étoiles pouvoient tourner ſur leur axe ; & cette ſuppoſition eſt d'autant plus admiſſible, que ſans parler de la Terre, de Jupiter, de Mars & de Vénus, notre Soleil, qui eſt de la même eſpece que ces étoiles, tourne ſur ſon centre & autour de lui-même. M. de Maupertuis alla plus loin par une penſée ingénieuſe ; en réfléchiſſant ſur la force centrifuge, qui aplatit les globes, il imagina que cette force infiniment augmentée par une rotation très-rapide, pourroit donner à ces globes la

forme d'une meule, & une apparence pareille à celle de l'anneau de Saturne. Si le plan de leur équateur eſt perpendiculaire au rayon viſuel, nous le verrons comme ſi leur figure étoit ſphérique ; la lumiere de ces étoiles diminuera, ſi le plan de cet équateur s'incline ; enfin ces étoiles diſparoîtront comme l'anneau de Saturne, ſi ce plan ſuit la direction du rayon viſuel, & ſi nous ne voyons la meule que par le tranchant. Il ne s'agit plus que d'expliquer le changement de poſition de cet équateur. M. de Maupertuis ſuppoſe avec tous les aſtronômes que des planetes circulent autour de ces Soleils ; & il ajoute qu'il y en a peut-être quelqu'une dont l'orbe eſt aſſez excentrique pour la faire paſſer très-près de ſon Soleil, & dont la maſſe eſt aſſez conſidérable pour le déplacer : d'où il réſulte un changement dans la poſition de ce Soleil à notre égard. Une étoile ainſi aplatie, qui nous préſentoit ſon diſque lumineux, ne nous expoſera plus que ſon épaiſſeur, ſon tranchant, & elle diſparoîtra ; ou bien une étoile préſentant ſon diſque au lieu de ſon épaiſſeur, deviendra viſible. Ces changemens étant produits par des planetes qui ont des révolutions, ſeront néceſſairement périodiques. Les alternatives d'augmentation ou de diminution de lumiere, qui ſont régulieres & fréquentes, telles que celles des étoiles du Cygne & de la Baleine, ſeront dues à des planetes dont les révolutions ſont aſſez courtes ; les alternatives des étoiles qui ont diſparu ſans reparoître, ou qui paroiſſent conſtamment, après s'être montrées, ne ſeront produites que par des planetes à longues révolutions, dont les effets n'ont pas été obſervés, & ſeront dévoilés par le tems (*a*).

Quelque ingénieuſe que ſoit cette explication, nous avouons qu'elle ne nous ſatisfait pas. L'étoile apperçue par Tycho en

(*a*) M. de Maupertuis, *Diſcours ſur la figure des aſtres*, p. 117.

1572 ſupaſſoit les étoiles de la premiere grandeur, elle ſurpaſſoit même Jupiter en éclat, on la vit diminuer ſucceſſivement, au mois de Février 1574, elle n'étoit plus qu'une étoile de la ſixieme grandeur, elle diſparut enfin. Ces apparences comparées indiquent une grande différence entre l'étendue de la ſurface lumineuſe, dans le commencement de l'étoile, & l'étendue de la ſurface également lumineuſe qu'elle nous préſentoit au moment de ſa diſparition. C'étoit alors l'épaiſſeur de la meule; mais il faut que cette épaiſſeur ſoit bien petite en comparaiſon de la largeur, pour que cette largeur produiſant un éclat ſi vif, l'épaiſſeur ne nous envoye qu'une lumiere inſenſible, comme le tranchant de l'anneau de Saturne lorſqu'il diſparoît. Il faut donc que le globe de l'étoile ſoit infiniment aplati; & ce ne ſeroit pas trop pour répondre aux apparences, de ſuppoſer que l'épaiſſeur de la meule n'eſt que la dixieme partie de ſa largeur. Cet aplatiſſement énorme demande que la force centrifuge à l'équateur ſurpaſſe les deux tiers de la peſanteur (*a*). Notre Soleil qui tourne ſur lui-même en vingt-cinq jours & demi, a une force centrifuge, qui n'eſt que la cinquante millieme partie de la peſanteur; & pour que notre Soleil eût une force centrifuge, qui fût plus que les deux tiers de la peſanteur, il faudroit qu'il tournât en 3 heures 18 minutes. Cette marche ſeroit bien rapide pour un globe ſi vaſte! L'exemple de Jupiter nous apprend, il eſt vrai, qu'un globe mille fois plus gros que la Terre, peut tourner une fois & demie plus vîte qu'elle. Mais le Soleil employe 25 jours & demi dans ſa rotation; quelle apparence qu'une étoile, qui lui eſt au moins égale en volume, qui eſt peut-être même beaucoup plus groſſe, d'après les conſidérations ci-deſſus

(*a*) Il faudroit qu'elle fût à la peſanteur comme 36 à 50.

expoſées, ait une révolution ſi courte ? La différence eſt grande de 25 jours & demi à trois heures ; & ſoit que l'exemple des choſes de notre ſyſtême nous ſéduiſe, ſoit qu'en effet la nature connue n'autoriſe pas ces différences dans des êtres de même eſpece, nous avons peine à nous figurer cette maſſe énorme, tournant ſur ſon centre avec tant de rapidité ! Mais en admettant cette rotation de trois heures, & peut-être moins, l'hypothèſe a encore beſoin d'un autre ſecours, il faut une groſſe planete qui circule autour de ce Soleil, pour faire varier le plan de ſon équateur. L'étoile du col de la Baleine, dont les variations ſe renouvellent dans une période de 333 jours, a donc une planete qui fait ſa révolution autour d'elle dans cet intervalle de tems. Comme nous ne pouvons raiſonner ſur le monde éloigné que par analogie, comme la nature n'eſt connue que par les exemples, nous dirons que dans notre ſyſtême les groſſes planetes ſont le plus loin du Soleil ; & ce ſont elles qui ont les révolutions les plus longues. Si ce n'eſt pas une loi néceſſaire, c'eſt un fait d'obſervation particuliere. Il ne ſuffit pas que cette planete ait une grande maſſe, il faut encore qu'elle paſſe très-près de l'étoile, & par conſéquent qu'elle ait une orbite fort excentrique ; c'eſt donc une comete, & ſi nous en jugeons par les nôtres, ces aſtres excentriques doivent avoir une marche plus lente que les corps qui ſuivent des courbes moins alongées & plus approchantes du cercle. On ne concoit donc pas une comete dont la période ne ſeroit que de 333 jours. Mais toutes ces choſes mêmes admiſes, comment ſe figurer une maſſe aſſez puiſſante pour maîtriſer ainſi un Soleil qui eſt toujours le centre & le principe du mouvement, pour renverſer ſon globe, & lui faire faire en peu de tems & périodiquement un quart de tour ſur lui-même ? Jupiter placé à la diſtance de Mercure, n'auroit pas ſans doute ce pouvoir ſur

notre Soleil. Quelle maſſe faut-il donc y ſuppoſer ? La ſubordination, les degrés de force qui regnent dans notre monde, doivent nous éclairer ſur les autres mondes, tout eſt également nuancé partout ; celui qui commande eſt toujours diſtingué de celui qui obéit ; il en eſt ſéparé par un grand intervalle ; cet aſcendant naît d'une grande différence de pouvoir & de force. Une planete preſque auſſi groſſe qu'un Soleil, capable de le balancer, & même de le faire ainſi pirouetter, nous paroît un monſtre dans la nature. Si cette nature s'écarte quelquefois de ſes loix ordinaires, ſi elle a des productions giganteſques qui nous étonnent, nous ne devons pas les imaginer ſans néceſſité, il faut que les faits obſervés ne permettent pas d'autre explication.

Dans les connoiſſances que nous avons ſur les étoiles, nous trouverons aſſez de faits pour expliquer les phénomènes d'une maniere vraiſemblable, & avec plus de ſimplicité. Une étoile eſt un feu allumé ; c'eſt le fluide du feu attaché à une maſſe de matiere ſolide, & s'occupant à la dévorer. On conçoit que cet incendie peut commencer & finir : des étoiles nouvelles peuvent donc paroître, & continuer à ſubſiſter ; des étoiles connues peuvent ſe perdre pour jamais. Lorſque ces alternatives ſont périodiques, comme dans les étoiles du Cygne & de la Baleine, ce n'eſt pas que l'incendie finiſſe & recommence : nous ne ſuppoſons pas que des cometes tombent dans les ſoleils pour renouveler leurs feux, qui languiſſent enſuite en attendant une nouvelle comete ; l'univers n'en auroit ſans doute pas aſſez pour ſuffire à cette dépenſe répétée tous les 333 jours. Mais l'étendue, la grandeur d'un incendie eſt proportionnée à la quantité de la matiere du feu ; ſi cette matiere eſt fort abondante, elle enveloppera, baignera tout : on ne verra qu'elle, & ſeulement comme elle eſt agitée, la maſſe ſolide qu'elle brûle

aura

aura quelquefois ſes éminences découvertes, qui ſe montreront à nous ſous l'apparence de taches. Mais lorſque la matiere du feu aura long-tems travaillé cette maſſe, en aura pénétré le centre, diviſé une partie en pouſſiere impalpable, cette pouſſiere s'unira aux molécules fluides du feu, des compoſés ſe formeront, & la quantité de feu libre diminuera. Le feu ne pouvant plus embraſſer la maſſe entiere, ſe reſtreindra dans des limites plus étroites; le Soleil ne ſera incendié qu'en partie, il aura une portion lumineuſe & une portion obſcure. Le tems, qui ramene ces variations & ces apparences ſemblables, ſera le tems de ſa rotation. L'étoile de la Baleine tourne donc ſur elle-même en 333 jours, celle du Cygne en 405 jours. Cette concluſion hypothétique ſe lie avec une autre que nous avons déjà propoſée. Il nous paroît naturel d'admettre des étoiles plus volumineuſes que notre Soleil, il ne tourne qu'en 25 jours. Cet aſtre plus grave, plus lourd que toutes nos planetes, ſe remue & ſe meut plus lentement qu'elles: une maſſe plus grave doit avoir des mouvemens encore plus lents; & on conçoit que ces Soleils aggrandis peuvent n'accomplir leur rotation qu'en 333 & en 405 jours. L'étoile de la Baleine eſt ordinairement inviſible pendant 120 jours; on peut en conclure qu'elle a environ un tiers de ſon diſque qui n'eſt pas enflammé. Mais l'avantage de cette explication ſimple, c'eſt qu'elle rend une raiſon ſatisfaiſante de l'inégalité des apparitions, tant pour l'éclat que pour la durée. Tantôt cette étoile de la Baleine brille pendant quatre mois, & tantôt pendant trois ſeulement; tantôt elle égale les étoiles de la ſeconde grandeur, tantôt elle atteint à peine la troiſieme. L'agitation, l'extenſion inégale du fluide peut être la cauſe de ces apparences différentes. Quand le fluide eſt moins étendu, plus ramaſſé en lui-même, l'étoile a plus d'éclat; quand il

augmente ſon domaine par des excurſions ſur le diſque, l'étoile eſt plus long-tems viſible (*a*). Enfin Hévélius aſſure qu'elle a été quatre ans ſans paroître, & l'on peut encore rendre compte de ce phénomène bizarre. Il n'eſt pas néceſſaire que l'étoile, pour diſparoître, nous préſente un diſque entiérement éteint & obſcur, il ſuffit que l'étendue de l'inflammation ſoit aſſez bornée, la quantité du fluide aſſez diminuée, pour ne nous plus envoyer une ſuffiſante quantité de lumiere ſenſible. Or ce feu a formé des excavations dans la maſſe; & dans ſon extrême agitation, il eſt naturel qu'il s'inſinue dans les cavités, pour y pourſuivre la deſtruction. La quantité diminue à l'extérieur, & l'étoile perd ſon éclat; elle devient inviſible même ſi la matiere du feu eſt abſorbée en grande quantité. Lorſque la croûte qui recouvre ces gouffres ſe fend & s'écroule, la matiere du feu ſe retrouve à la ſurface, & l'étoile reparoît après un long intervalle. Les étoiles qui ont des alternatives aſſez régulieres d'apparitions & de diſparitions ſont donc des Soleils en partie éteints; l'incendie depuis long-tems commencé marche vers ſa fin; ce ſont des Soleils plus âgés. Le nôtre, dont la plénitude eſt occupée par un feu très-actif, eſt encore dans ſa jeuneſſe, & nous aſſure la longue conſervation d'un luminaire & d'une ſource de chaleur dont nous ne pouvons nous paſſer.

Si l'infinité du nombre des étoiles ne ſe refuſoit pas à un examen long-tems continué ſur chacune, le phénomène des étoiles qui diſparoiſſent régulièrement ſeroit peut-être plus fréquent. Peut-être auſſi que le monde en vieilliſſant, les incendies s'affoibliſſant par leurs ravages, pluſieurs étoiles

(*a*) On a remarqué, comme il étoit aſſez naturel de l'imaginer, que lorſque l'étoile avoit plus d'éclat, elle étoit plus long-tems viſible (*Mém. Acad. Scien.* 1719, p. 94).

deviendront en partie lumineuſes & en partie obſcures ; leur rotation ſe découvrira par leurs alternatives, & leur âge ſera manifeſté. Mais ces changemens dans un monde durable ne peuvent être que très-lents. Des milliers de ſiecles qui ſont ſi longs pour des êtres éphémères comme nous, ſont ſi peu de choſe pour des ſoleils, qui ont une vie éminemment active. Cependant quelques indices peuvent nous annoncer encore l'état actuel de ces incendies, & nous en faire prévoir les changemens. M. Michell a remarqué que ceux de nos feux qui ſont les plus actifs ont une lumiere blanche ; & il incline à penſer que les étoiles ſans couleur ſont celles qui ont réellement plus d'éclat, & dont la lumiere a plus de force (*a*). L'étoile blanche de la Lyre eſt donc un incendie dans ſa plus grande activité, le Cœur du Scorpion, l'Œil du Taureau, qui ont une couleur rouge ; Sirius & Arcturus, dans leſquels on remarque les couleurs de l'iris (*b*), ſont des feux qui ont déjà perdu, & qui depuis long-tems ont commencé à diminuer (*c*). Si ces apparences de couleurs varient en différens tems, c'eſt peut-être que ces étoiles ayant, comme les autres, un mouvement de rotation, nous expoſent ſucceſſivement différentes parties & différens accidens de leurs ſurfaces. Mais nous conſidérerons ſous un autre point de vue la production des couleurs dans la lumiere des étoiles. Il eſt évident que c'eſt un phénomène particulier & propre à ces étoiles, puiſque toutes n'en ont pas. Si on obſerve la flamme d'un corps qui brûle, on verra que les couleurs de cette flamme réſident autour du corps ; lorſque la flamme s'élargit ou s'alonge, ſes bords ſont clairs, ſa pointe eſt blanche comme la lumiere, c'eſt un feu pur. S'il ſe colore

(*a*) Tranſ. phil. 1767, N°. 234.
(*b*) Képler, *Aſtr. opt.* p. 261.
(*c*) Ces couleurs exiſtoient déjà du tems de Ptolémée.

autour des corps qu'il brûle, on peut croire que c'eſt par le mélange des parties qu'il ſépare & qu'il entraîne. Les chimiſtes les plus habiles & les plus ſages ſont convaincus que la ſubſtance qu'ils nomment *phlogiſtique* eſt dans les corps le principe des couleurs ; ils regardent le phlogiſtique comme la lumiere même fixée dans les corps, & devenant un de leurs élémens (*a*). C'eſt donc cette union intime, cette alliance du feu ou de la lumiere avec la matiere fixe, qui fait paroître les couleurs ; on peut même peut-être haſarder une conjecture. Ces couleurs exiſtent toutes dans la lumiere, il ne s'agit que de diviſer les faiſceaux où elles ſont renfermées. Lorſque la lumiere traverſe un milieu denſe comme le verre, lorſqu'elle s'inſinue à travers des molécules infiniment ſerrées, la proximité de ces molécules lui fait éprouver leur action ; & cette action, différente ſur les différens rayons colorés, les ſépare & les force de manifeſter leurs couleurs : la diviſion eſt donc opérée par la puiſſance de l'attraction. Quand le feu ſe fixe comme élément dans les corps, quand la lumiere s'aſſocie à une ſubſtance fixe & peſante pour former un compoſé de leur mélange, cette aſſociation néceſſite une extrême proximité, & conſéquemment une forte attraction des molécules maſſives de la ſubſtance fixe ſur les molécules légeres & volatiles de la lumiere. Nous ne nous propoſons point de dire ici comment les différentes couleurs ſont produites dans les corps, Newton a penſé qu'elles dépendoient de la groſſeur des molécules conſtituantes de ces corps ; mais ces molécules doivent attirer la lumiere, & par une attraction toujours ſemblable, dont les effets doivent être toujours les mêmes. Si, comme on n'en peut douter, la lumiere a des parties qui réſiſtent plus ou moins à cette attraction, & qui

(*a*) M. Macquer, *Diction. de chim.* Tom. III, p. 105, 113, nouv. édit.

ſe ſéparent des autres, ſi c'eſt de cette ſéparation que naiſſent les couleurs de l'aurore, de l'arc-en-ciel & du priſme, cette même ſéparation doit avoir lieu lorſque le feu s'unit intimement à une matiere étrangere quelconque. La lumiere, qui devient le phlogiſtique en ſe fixant dans les corps, ne ſe montre ſous une autre forme que parce qu'elle s'altere. Elle ſemble ne pouvoir ſe fixer dans ces corps ſans ſe déſunir; on peut croire qu'elle y exiſte dans un état de décompoſition ſemblable à celui de la lumiere qui ſort du priſme : cette lumiere eſt colorée, le phlogiſtique doit colorer les corps.

Partout où nous verrons des couleurs, nous pourrons donc ſuppoſer qu'il y a mélange de la lumiere avec une matiere hétérogène. Mais ce mélange n'eſt pas ſans doute celui qui réſulte des parties de cette matiere, déſunies par le feu, & entraînées par lui ſous la forme de fumée & de flamme. Il n'y a point là d'aggrégation, c'eſt une ſimple diſſolution dans le liquide du feu; la flamme eſt d'autant plus pure, d'autant plus blanche, que la matiere brûlée eſt moins compoſée & plus ſimple (*a*). Si nous pouvions obſerver de près le ſpectacle d'une étoile, ou d'un Soleil enflammé, d'une maſſe ſolide & fixe en proie à l'activité d'une immenſe quantité de feu libre, nous verrions ſans doute la lumiere même dans ſa ſource; & une flamme entiérement pure. Ce que nous appelons brûler, c'eſt décompoſer; la premiere opération de la nature fut peut-être de brûler pour une grande compoſition. Le feu a employé ſon action à diviſer la matiere ſeche & dure, à la réduire en poudre impalpable; il l'a rendue capable, par la ténuité, d'approcher de ſon eſſence légere, & de contracter alliance avec lui. Il en a réſulté un premier compoſé; le feu s'eſt combiné de nouveau

(*a*) M. Macquer, *Diction. de chim.* T. II, p. 200.

avec cette premiere combinaiſon, & les divers compoſés ont paru ſucceſſivement. Ce ſont les œuvres de la nature que nous détruiſons, en y appliquant le feu, qui, quand il eſt libre, ayant éminemment la propriété de diviſer, tend à tout ramener à la diviſion primitive par laquelle tout a peut-être commencé. Mais, comme nous l'avons obſervé, le feu, la lumiere n'exiſte dans ces mixtes que dans un état de décompoſition, dans cet état qui produit les couleurs. Lorſque le feu eſt appliqué à ces mixtes pour les détruire, ſon action précipitée entraîne des parties qui ſont encore des mixtes, où la lumiere fixée & combinée exiſte dans un état de décompoſition, & la flamme ſe peint de leurs couleurs. Cette flamme colorée annonce donc l'action du feu ſur un corps où lui-même ſe retrouve, ſur lequel il a déjà exercé une ou pluſieurs actions, & où il a produit différens mélanges de plus en plus compoſés. Ces mélanges, ces productions, qui ne ſont que la ſuite & le développement de l'action toujours ſemblable d'un élément ſur l'autre, ont demandé du tems; elles ſe ſont ſuccédées, le tems n'eſt qu'une ſucceſſion. Les corps céleſtes où elles ſe rencontrent ſont donc les plus vieux dans la nature; la diviſion des parties, l'effet réſultant de l'incendie eſt plus avancé. Les couleurs des étoiles peuvent donc indiquer leur âge & le degré de leur inflammation. Cette hypothèſe eſt conforme au petit nombre de phénomènes obſervés. Non ſeulement il n'y a que quelques étoiles qui nous montrent des couleurs, mais celles qui ſe ſont montrées, ou qui ont diſparu tout-à-coup, celles qui ont des retours, ont particuliérement une lumiere colorée. L'étoile de Caſſiopée, ſi bien obſervée en 1572 par Tycho, offrit des couleurs remarquables; celle du pied du Sagittaire, conſidérée par Képler en 1604, avoit une lumiere blanche mêlée de rouge. Mais ſur-tout celle de 1572 fut un ſpectacle

Digitized by Google

continuel de changemens; elle fut d'abord d'un blanc éclatant, enſuite d'un jaune rougeâtre, elle finit par un blanc plombé (*a*). On ne peut nier que ces variations de couleurs ne ſoient un indice de révolutions réelles, arrivées ſur le globe de cette étoile. Notre Soleil, qui eſt dans une combuſtion complette, n'offre point d'exemple de ces changemens. Nous croyons donc que ces variations doivent indiquer une diminution de la quantité & de l'activité du feu : il eſt inégalement répandu ſur la ſurface qu'il ne peut plus occuper entiere ; une partie s'eſt combinée avec la matiere hétérogène pour colorer la lumiere, l'incendie diminué approche de ſa fin. Cette étoile de 1572, qui n'a pas reparu depuis deux ſiecles, confirme ce ſoupçon : elle eſt peut-être entiérement éteinte. L'opinion la plus naturelle que nous puiſſions avoir ſur les étoiles, l'opinion la plus autoriſée par les faits, eſt que ce ſont des maſſes d'une matiere ſolide & dure, baignée par le feu, mais par un feu libre, qui n'eſt que la lumiere même. Cette maſſe brûle, c'eſt-à-dire, qu'elle éprouve l'action du feu qui la diviſe ; le feu s'affoiblit lui-même en opérant, il s'évapore en lumiere, ou s'imbibe dans la maſſe ſous la forme de phlogiſtique : il s'anéantira comme tous les principes deſtructeurs, ou du moins il perdra ſa liberté dangereuſe, & l'étoile brillante ne ſera plus qu'une maſſe imprégnée d'un feu captif qui ne luira plus.

Voilà tout ce que nous pouvions dire ſur les corps eſſentiellement lumineux ; nous ne pouvons nous inſtruire davantage qu'en les comparant avec les corps obſcurs, avec les globes, qui, ſans lumiere propre, ne ſont éclairés que de celle qu'ils reçoivent. Ces globes ſont les planetes, & nous devons

(*a*) *Suprà*, Tom. I, p. 382, & T. II, p. 33.

les comparer entr'elles, avant d'oſer les comparer aux Soleils. Les planetes ont pluſieurs traits de reſſemblance ; elles ſont ſphériques, maſſives ; leurs ſurfaces ſont également propres à réfléchir la lumiere ; elles ont toutes une force attractive, qui fait circuler autour d'elles des ſatellites, ou qui trouble & dérange les planetes voiſines. Les graves doivent donc tendre vers leurs centres, ils doivent ſe précipiter & tomber vers la ſurface de ces globes, comme l'expérience journaliere les voit tomber autour de nous. La Terre, que nous connoiſſons, eſt hériſſée de montagnes : Vénus, vue au téleſcope, a offert des montagnes conſidérables, plus hautes même que celles de la terre ; c'eſt comme un amas de rochers entaſſés & élevés les uns ſur les autres : la Lune dont nous ſommes plus près, & que nous pouvons détailler davantage, nous laiſſe voir des plaines, des montagnes, & le ſpectacle d'une terre ſemblable à la nôtre. Ces demeures pareilles demandent les mêmes habitans. Pourquoi la nature auroit-elle placé des êtres vivans dans un point de l'eſpace, & abandonné tout le reſte à la ſolitude & au ſilence ? Au milieu de tant de globes plus vaſtes, la nature étendue, impoſante, n'a pas été ordonnée pour un globe étroit & pour quelques individus : l'univers appartient à l'homme ; l'homme en eſt l'habitant, puiſqu'il le parcourt de la penſée & le décrit par ſon intelligence. Cette idée de la pluralité des mondes habités eſt une idée antique (*a*). Un philoſophe, qui ſavoit tempérer par le charme du ſtile la ſéchereſſe du langage des ſciences, & qui en les rendant aimables, les a rendues plus acceſſibles, M. de Fontenelle a rajeuni ce ſyſtême, qui n'en eſt point un pour les eſprits philoſophiques (*b*) : en formant,

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtronomie ancienne, p. 200.

(*b*) Ce livre ingénieux n'a que le défaut d'être fondé ſur la mauvaiſe hypothèſe des tourbillons, & le danger d'en perpétuer les idées fauſſes.

ou

ou en adoptant ces conjectures, il ſe renferma dans les bornes convenables. Huygens, qui écrivit auſſi ſur cette matiere, ſe montra moins ſage (*a*). Il ne ſe contente pas de placer des hommes & des animaux dans toutes les planetes, il examine quelles peuvent être les formes, les allures de ces animaux (*b*), les ſens que peuvent avoir les hommes (*c*). Il y retrouve les mêmes inventions que ſur la Terre; il y fait naître les ſciences, & particuliérement l'aſtronomie. Le ciel de Jupiter, de Saturne, orné de leurs ſatellites & du ſpectacle de l'anneau, doit attirer plus de regards, & former plus d'aſtronômes (*d*). On juge bien qu'il a copié le monde qu'il connoiſſoit, mais il eſt impoſſible de décrire plus complettement des mondes qu'on n'a jamais vus. Rien ne peut nous éclairer ſur ces poſſibilités; quand nous précédons les découvertes par des conjectures, il faut toujours que quelques faits, ou quelque analogie nous conduiſe. Tous les globes ont été formés pour être habités, nous devons le croire par reſpect pour l'Être ſuprême, qui n'a rien fait d'inutile, par une connoiſſance aſſez approfondie, qui nous montre que la nature eſt partout la même. Les plantes, les oiſeaux, les quadrupedes ſe retrouvent ſur la terre aux mêmes latitudes; c'eſt la même chaleur qui les y place & qui les y conſerve. Un ſol ſemblable, des atmoſphères, des eaux ſoupçonnées dans quelques-unes de ces planetes, une chaleur, une lumiere égale envoyée du Soleil, doivent y faire naître & les mêmes végétaux, & les mêmes animaux qui s'en nourriſſent; l'homme qui ſe nourrit des uns & des autres, doit y avoir été placé, puiſqu'il y peut vivre.

La premiere idée que préſente le ſpectacle de notre ſyſtême

(*a*) La pluralité des mondes de Fontenelle parut en 1686, celle d'Huygens en 1698.

(*b*) Huygens, *Pluralité des mondes*, p. 51.
(*c*) *Ibid.* p. 75.
(*d*) *Ibid.* p. 104.

planétaire eſt donc l'identité des planetes & des mondes habitables. Une obſervation attentive, aidée des meilleurs téleſcopes, a reconnu ſur la ſurface de la Lune, toujours expoſée à nos yeux, une conſtance très-remarquable; rien n'y eſt changé depuis cent ſoixante ans. Le globe de la Terre préſenteroit, à certains égards, la même apparence. Un ſpectateur placé dans la Lune verroit depuis pluſieurs milliers d'années les continens ſéparés par les mers, & diverſement figurés, former de grands eſpaces conſtans, des taches invariables pour l'éclat, ou pour l'obſcurité, comme pour la grandeur. La forme totale ſubſiſte, & la ſolidité de ces globes annonce leur permanence. Mais ces mondes, qui ſe reſſemblent par tant de points, different par beaucoup d'autres; s'ils étoient parfaitement identiques, ils ſeroient les ſeuls individus, qui portant les caracteres généraux de l'eſpece, n'euſſent point les caracteres particuliers de la force de l'âge. Ce ſont donc ces différences & ces caracteres particuliers, qui bien établis, peuvent dévoiler & la maniere d'exiſter de ces globes, & peut-être leur âge & leur origine. Nous voyons d'abord que la Lune n'eſt pas dans un état ſemblable à celui de la Terre; une quantité de vapeurs s'éleve dans notre atmoſphère, des nuages s'y amaſſent, qui doivent cacher les continens & varier leurs apparences, vues au loin comme les taches du globe. Celles de la Lune ſont toujours viſibles, jamais aucun voile ne les couvre. La Lune n'a donc ni vapeurs ni nuages; il lui manque une atmoſphère pour les recevoir (*a*), & des eaux pour les former (*b*). Ces grands eſpaces obſcurs, qu'on avoit pris pour des Océans, ont des cavités où l'on voit l'ombre à côté de la lumiere; on n'apperçoit nulle

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtron. mod. *Suprà*, p. 386.

(*b*) Plural. des mondes d'Huygens. p. 221, 223; & *Suprà*, p. 388

part le niveau des ſurfaces fluides : la ſurface eſt entiérement raboteuſe & aride, tout y paroît tranquille & ſans mouvement. Si d'un autre côté nous conſidérons Jupiter, dont la groſſeur compenſe l'éloignement & laiſſe appercevoir quelques détails de ſa ſurface, nous y découvrirons des phénomènes d'un autre genre, mais non moins étonnans. Les taches que l'on nomme les bandes, & qui ceignent comme une ceinture le globe de cette planete, paroiſſent être des mers plus étendues en longueur qu'en largeur. On ſait que les eaux abſorbent une partie de la lumiere qu'elles reçoivent ; la ſurface des eaux doit donc être plus obſcure que celle des terres, c'eſt la cauſe préſumée de l'obſcurité de ces bandes. Mais le phénomène le plus extraordinaire eſt l'inconſtance de leurs apparences. Ces bandes ſont le plus ſouvent au nombre de trois ; quelquefois on en a vu cinq & huit, quelquefois on n'en a vu qu'une (*a*) : celle qui eſt conſtante eſt la plus large ; c'eſt un grand fleuve qui traverſe Jupiter dans la zône torride. Mais les autres bandes, qui ſont encore d'autres fleuves, ſont bien ſingulieres par leurs variations. On a vu un interſtice clair, placé entre deux bandes obſcures, ſe partager en pluſieurs petites parties ſemblables à des îles, comme ſi ces deux bandes étoient des rivieres, qui débordant l'une contre l'autre, euſſent produit ces îles, enſuite effacées par la réunion complette des eaux de ces rivieres dans un ſeul lit, pour ne former plus qu'une bande plus large. La tache iſolée, qui ſervit à D. Caſſini pour déterminer la révolution de Jupiter ſur ſon axe, ne paroît pas toujours ; il la découvrit en 1665 (*b*) : elle fut viſible pendant deux ans, & ne reparut qu'en 1672, mais ce fut à la même place. On la revit en 1677, 1685, 1690, 1708, toujours pendant

(*a*) Caſſini, *Elém. d'Aſtron.* p. 402. (*b*) *Ibid.* p. 403.

deux ou trois ans de ſuite, & toujours au même lieu du diſque. En obſervant cette tache le 13 Décembre 1690, on vit à la fois cinq bandes ſur le diſque, une heure après on n'en vit que deux, & quelques petites taches formées ſans doute des débris des autres (*a*). C'eſt un ſpectacle bien étonnant que celui de ces changemens preſque inſtantanés, & auſſi rapides qu'ils ſont vaſtes & terribles ! Ce ne ſont point des nuages qui produiſent ces apparences ; les nuages ſont propres à réfléchir la lumiere, ils ne paroiſſent obſcurs & noirs que par leur proximité : les nues légeres & élevées ſont blanches (*b*). Nous avons conclu que la Lune n'a point de nuages, parce que les diviſions de ſa ſurface ne ſont jamais voilées, nous concluons que ſur Jupiter, où la plupart de ces diviſions ſont anéanties par l'éloignement, les nuages, s'il en a, doivent ſe confondre avec la ſurface du globe. Les taches longues, continues & obſcures ne peuvent être que des eaux, leur figure changeante annonce la mobilité ; les taches qui s'uniſſent, ſemblent en effet des eaux verſées dans d'autres eaux. On peut objecter que les nuages plus blancs couvrent ces taches, & cauſent par un mouvement inégal & varié ces apparitions & ces diſparitions extraordinaires. Mais il ſeroit bien ſingulier que des nuages abandonnés au haſard des vents, laiſſaſſent de tems en tems paroître les mêmes formes, s'abſtinſſent de les couvrir pendant des années conſécutives, & enſuite les rendiſſent inviſibles par une interpoſition conſtante de pluſieurs années, & avec des alternatives répétées un grand nombre de fois. Ces phénomènes ont une irrégularité frappante, mais ils ont une conſtance & des retours qui doivent exclure toute

(*a*) Caſſini, *Elém. d'Aſtron.* p. 405 & 407.

(*b*) Lorſque M. Bouguer eſt monté ſur les hautes montagnes du Pérou, il a toujours vu les nuages inférieurs blancs & ſemblables à des flocons de coton amoncelés. *Mém. Acad. Scien.* 1744, p. 263.

cauſe auſſi variable & auſſi inégale que celle des nuages. On peut donc légitimement conclure que la ſurface de Jupiter a des fleuves & des mers, & particuliérement vers ſon équateur, dans la zône torride, où ſont les bandes & les plus grandes taches. Les débordemens y ſont continuels; cette planete paroît livrée à un bouleverſement général; c'eſt l'image du chaos, du combat des élémens, & d'un premier état de la nature. Les eaux qui arroſent la Terre, qui ne ſe retrouvent point dans la Lune, exiſtent donc en grande abondance ſur le globe de Jupiter. Soit que la Lune ait eu des eaux, & qu'elle n'en ait plus, ſoit qu'elle n'en ait jamais eu, il lui manque donc le degré de chaleur qui rend la matiere liquide & coulante. L'eau transformée en glace, devient ſolide quand la chaleur l'abandonne. Le feu eſt la ſeule ſubſtance eſſentiellement fluide: c'eſt par lui que toutes les ſubſtances le deviennent; il n'y a point de fluide où le feu n'exiſte pas. La quantité de feu peut ſe meſurer par la quantité des ſubſtances coulantes. Le feu, qui ne ſe manifeſte point dans la Lune, doit donc abonder dans Jupiter. Mais ſi cette idée des eaux paroît incertaine & hypothétique, nous nous bornerons à une ſeule conſidération; c'eſt celle de ces grands changemens, opérés ſur l'une des planetes, en contraſte avec l'apparence conſtante de l'autre. Jupiter eſt le tableau du mouvement, la Lune celui du repos & de l'inertie. La Terre ſemble à cet égard dans un état moyen; elle éprouve dans ſa maſſe un mouvement, qui ſuffit pour la rendre vivante, ſans produire des ravages deſtructeurs. L'obſervation démontre donc que les planetes renferment un principe plus ou moins développé, plus ou moins agiſſant; ce principe anime la Terre, il manque abſolument à la Lune, & dans Jupiter il a toute ſon énergie. Voilà des faits qu'on ne peut révoquer en doute.

Digitized by Google

Nous ne connoiſſons de principe de mouvement que l'impulſion qui tranſporte les maſſes ſans les altérer, l'attraction qui compoſe & figure les corps, les durcit & leur donne la ſolidité & la permanence, enfin le feu qui agite, remue & travaille les globes dans leur ſein même. Les phénomènes des trois planetes que nous venons d'obſerver ne peuvent appartenir ni à l'impulſion, ni à l'attraction; il ſemble que le feu ſoit le principe, le ſeul agent qui puiſſe modifier ainſi ces planetes & les caractériſer, les unes par ſon activité, & les aurres par ſon abſence. Les corps obſcurs commencent donc à ſe rapprocher des corps lumineux; les uns ſont formés d'une maſſe ſolide & dure, ſemblable à celle qui dans les autres eſt baignée par l'élément du feu. Les corps obſcurs ont un principe de mouvement, qui paroît être celui de la chaleur: il ſemble que ce ſoit un reſte du feu libre en action qui dévore les corps lumineux. Ici le principe eſt développé, il a la plénitude de ſa force; là il eſt gêné, captif, & modéré dans ſes effets. Deſcartes, dans ſes rêveries philoſophiques, a penſé que les Soleils pouvoient s'encroûter. Le mécaniſme qu'il établit eſt difficile à concevoir, & a été détruit avec les tourbillons. Leibnitz eut une idée plus heureuſe; il conſidéra les planetes opâques comme des Soleils éteints. Les changemens obſervés dans les étoiles le conduiſirent ſans doute à cette idée ingénieuſe & vraiſemblable; il regarda leur diſparition comme la fin de leur incendie. Mais leurs maſſes brûlées & abandonnées par le feu, reſteront-elles inutiles? L'opacité les rend capables de réfléchir la lumiere comme les planetes; la ſolidité leur permet de porter des habitans. Pourquoi ce qui eſt poſſible & naturel n'exiſteroit-il pas? Il trouvoit dans l'extinction des corps lumineux, la raiſon ſuffiſante de l'exiſtence des corps obſcurs: cette origine des planetes eſt une économie dans l'univers. Elle

a toute l'évidence qui caractériſe la vérité, elle lie des parties de la nature juſques-là ſéparées, enfin elle eſt conforme à cette nature même, qui n'eſt que ſucceſſions & transformations. Cependant ces planetes préſentent un phénomène qui n'eſt point expliqué par cette hypothèſe. Ces planetes, quoique différentes par la maſſe, éloignées par la diſtance, ont des conformités très-remarquables; elles ſe meuvent toutes, ainſi que leurs ſatellites, dans le même ſens, d'occident en orient, par cette impulſion uniforme, qui ſe combine avec l'attraction pour produire leur mouvement. Il ſemble donc qu'elles ont été toutes lancées à la fois & d'un ſeul jet. Mais cette direction ſemblable du mouvement n'eſt pas la ſeule conformité des planetes, leurs orbes ſont très-peu inclinés à l'écliptique; ils ſont tous renfermés dans une zône aſſez étroite du ciel, que les premiers aſtronômes ont remarquée, & qu'ils ont nommée zodiaque. L'étendue circulaire de cette zône, où les planetes ſont priſonnières, n'occupe que la dix-ſeptieme partie du ciel. Pourquoi donc le ciel a-t-il ſeize parties entiérement vides de corps mouvans, tandis que cette dix-ſeptieme partie eſt favoriſée de la préſence des ſeize planetes, qui compoſent notre ſyſtême? Rien dans la nature ne s'eſt fait ſans cauſe, & ſi nous faiſions préſider le haſard à la diſpoſition de l'univers, s'il lui avoit été permis de lancer ces planetes dans des directions arbitraires, & par des jets différens, le calcul des probabilités enſeigne qu'il y a quatorze cent mille à parier contre un que les planetes ne ſe mouvroient pas dans le même ſens, & ne ſeroient pas compriſes dans la dix-ſeptieme partie du ciel (*a*). Comme ce haſard ſeroit très-extraordinaire, & que d'ailleurs le haſard lui-même n'eſt que le réſultat de cauſes

(*a*) M. Daniel Bernouilli, *Piece du prix*, 1734, p. 99.

qui nous ſont inconnues, il eſt évident qu'il doit exiſter une cauſe qui a raſſemblé les planetes dans le zodiaque. M. de Buffon, en s'élevant à l'origine des choſes, pour commencer l'hiſtoire naturelle du globe, a cherché la cauſe qui avoit preſcrit une route à ce globe, & qui en même tems avoit forcé toutes les autres planetes de l'accompagner. Newton lui avoit montré que la comete de 1680 paſſa très-près du Soleil, & à une proximité effrayante pour cette comete; Newton ſoupçonna même qu'elle étoit deſtinée à y tomber. M. de Buffon penſe qu'une comete maſſive peut avoir raſé & ſillonné la ſurface du Soleil; la comete a chaſſé devant elle des flots de la matiere en fuſion. Cette matiere ſéparée du Soleil & lancée par un ſeul choc, a ſuivi la même direction; mais comme le choc n'a pas été inſtantané, les vîteſſes n'ont pas été les mêmes. Le torrent de la matiere liquide s'eſt rompu en différentes portions, qui arrondies par l'attraction de leur maſſe particuliere, ont pris la forme ſphérique, & ſaiſies par l'attraction du Soleil, combinée avec l'impulſion uniforme réſultante du choc, ont décrit des orbites autour de lui. Cette hypothèſe a l'avantage d'indiquer la cauſe de l'impulſion qui meut les planetes, & qui ſemble avoir été la même pour toutes, de montrer la raiſon de leur exiſtence dans une bande étroite du ciel; elle ſe réunit à celle de Leibnitz, pour donner la même origine aux planetes. Nous n'avons point le génie de Buffon, ou de Leibnitz, pour voir comme eux la naiſſance des choſes, nous ne jugeons point les hypothèſes, nous ne prononçons point entre deux grands hommes; mais conduits par ces vues excellentes, nous nous croitons d'autant plus sûrs de la vérité d'une penſée qui leur fut commune. Cette penſée eſt que la matiere qui compoſe les planetes, a été jadis ſemblable à celle qui compoſe aujourd'hui les Soleils; car qu'un globe ait été jadis brûlant

&

& lumineux, & qu'il ſe ſoit éteint pour devenir ſolide & opâque, ou que le Soleil choqué ait laiſſé échapper un jet de matiere brûlante & liquide, laquelle durcie par le réfroidiſſement, a formé les globes que nous habitons, il en a dû réſulter les mêmes effets ſur ces globes.

Cette identité des corps lumineux & obſcurs n'eſt encore qu'une ſimple poſſibilité & une vue du génie. Lorſque les faits comparés demanderont cette identité de tous les corps céleſtes, & cette origine des planetes, ce qui étoit une hypothèſe deviendra une vérité. Or nous pouvons examiner l'hypothèſe par ſes ſuppoſitions : la matiere aujourd'hui ſolide & compacte des planetes a dû être jadis liquide & brûlante ; ſi la Terre conſerve des veſtiges de cet ancien état, ces veſtiges ſeront les caracteres de ſon origine, & l'origine ſera démontrée. M. de Buffon a retrouvé dans la conſtitution actuelle de notre globe les ſymptômes de ſa liquidité & de ſon inflammation. La Terre a été liquide, puiſqu'elle eſt aplatie ; ſi elle avoit été primitivement ſolide, elle ne ſe ſeroit point déformée par la force centrifuge née de ſa rotation, la cohéſion des parties l'auroit défendue, la mobilité des fluides peut ſeule avoir cédé à l'action de la force centrifuge (*a*). L'aplatiſſement de Jupiter démontre que cette planete a été comme la Terre dans un état fluide ; & ſi un aplatiſſement ſemblable ne ſe remarque point dans les autres globes céleſtes, qui tournent moins rapidement ſur leur axe, c'eſt que cet aplatiſſement trop petit, & vu de trop loin, ne peut avoir une dimenſion ſenſible par nos meſures. Si nous n'habitions pas la Terre, nous n'aurions point apperçu ſon aplatiſſement. La figure aplatie des globes peut donc être regardée comme un phénomène général, & la fluidité

(*a*) *Suprà*, p. 535.

primitive qui en eſt la ſource, comme un principe univerſel. C'eſt ainſi que M. de Buffon s'eſt aſſuré que les planetes avoient été d'abord liquides, & voici comment il a reconnu leur inflammation. Le froid des hivers & la chaleur des étés ſont des changemens très-ſenſibles de la température du globe; ces changemens ſont dûs à la poſition différente du Soleil, qui, dans l'été, placé vers le haut du ciel, nous échauffe par des rayons preſque perpendiculaires, & dans l'hiver, abaiſſé vers l'horizon, nous envoie des rayons inclinés qui effleurent la ſurface, & ne ſont que gliſſer ſur nous. Si la phyſique peut, à l'aide du thermometre, meſurer la température des étés, pour la comparer à celle des hivers, la géométrie peut conſidérer ces différentes inclinaiſons, meſurer leurs effets, eſtimer la quantité de ces rayons par la durée des jours, & dire combien le Soleil eſt plus bienfaiſant dans l'été que dans l'hiver. M. de Mairan s'eſt propoſé cette comparaiſon; il a conſulté la géométrie & la phyſique ſur le changement de la température. Il a trouvé par le calcul que le Soleil devoit verſer dix-ſept fois plus de rayons & de chaleur en été qu'en hiver. Cette géométrie eſt ſans doute un peu mêlée d'évaluations phyſiques; mais l'inexactitude même de ces évaluations a des bornes appréciables; elle peut altérer la quantité du réſultat, mais elle n'influe point ſur le réſultat même. Quand on démontreroit que la chaleur de l'été n'eſt, comme nous l'avons ſuppoſé ailleurs (*a*), que ſix fois plus grande que la chaleur de l'hiver, les concluſions où M. de Mairan eſt arrivé, n'en ſeroient pas moins inébranlables. Les obſervations du thermomètre, qui indiquent le plus grand froid & le plus grand chaud des années, ont fait connoître à M. de Mairan que la quantité moyenne entre

(*a*) Lettres ſur l'origine des ſciences, p. 178.

toutes ces années eſt de ſept degrés au-deſſous du terme de la glace pour le froid des hivers, & vingt-ſix degrés au-deſſus pour le chaud des étés. Tandis que le Soleleil paſſe d'un tropique à l'autre, & dans l'intervalle de ſix mois, le thermometre de Réaumur parcourt donc trente-trois degrés; mais que ſont ces degrés? Ce ſont ceux de la chaleur augmentée & diminuée. Le froid n'exiſte pas, ce n'eſt qu'une privation : la chaleur a ſeule une réalité d'action qui anime la nature, & fait mouvoir tous les êtres; le froid abſolu ne ſeroit que la ceſſation totale de la vie & du mouvement. On conçoit que la chaleur répandue ſur les globes, conſidérée comme une quantité, peut être diviſée en un certain nombre de parties, & meſurée par des degrés : ce ſont ces degrés que le thermometre nous montre, leur nombre eſt indéterminé, ils forment une échelle dont l'étendue & les termes nous ſont inconnus. Ces termes ſont d'une part la plus grande chaleur poſſible à la nature, & de l'autre l'anéantiſſement total de cette chaleur. Il faudroit connoître un de ces termes, pour avoir un point d'où l'on pût compter les degrés, pour pouvoir dire de combien la température s'eſt éloignée ou rapprochée, de la chaleur extrême ou du froid abſolu. Ces termes, que nous ne connoiſſons pas, que nous ne pouvons atteindre, nous pouvons en approcher & les eſtimer. Nous ne connoîtrons jamais le froid abſolu, mais l'expérience peut nous indiquer un degré de froid, qui ſans arriver à ce terme effrayant de la nature, pourra nous faire entrevoir à quelle diſtance nous en ſommes ſur ce globe, encore rempli de mouvement & de vie. Nous avons trouvé le moyen d'augmenter le froid de la glace, en la mêlant avec des ſels & des acides, ou, pour mieux dire, nous lui avons enlevé une partie de la chaleur que la nature lui laiſſoit encore. Ce froid artificiel, opéré à Pétersbourg en

1759 (a), a congelé le mercure, & l'a réduit en maſſe ſolide, lorſque le thermometre de Réaumur eſt deſcendu à 592 degrés. On ſent combien ce froid de 592 degrés eſt énorme, en comparaiſon du petit froid de ſept degrés qui nous gele dans nos hivers ! mais il ne dépend pas de nous d'arracher à la nature ſa chaleur entiere ; l'eau conſolidée en glace n'en eſt point ſeulement dépouillée ; le mercure gelé & durci doit en conſerver également. La ceſſation complette de toute chaleur, le froid abſolu eſt donc bien au-delà de ces 592 degrés ; & nous en verrons le terme d'autant plus loin, que nous concevrons mieux la difficulté de forcer la nature, & de la priver du mouvement & de la chaleur qui la conſtituent. M. de Mairan place le therme du froid abſolu, ſur le termometre de Réaumur, à mille degrés au-deſſous de la glace ; M. de Buffon, par une vue plus étendue, & par une idée plus grande de la réſiſtance de la nature, le porte à dix mille degrés. Quoique cette eſtimation ſoit peut-être plus juſte, pour ne point forcer des réſultats, qui ſont déjà aſſez ſinguliers, nous nous en tiendrons à l'eſtimation de M. de Mairan. Il s'enſuit que nos étés ont 1026 degrés de chaleur ; & lorſque dans l'hiver le thermometre eſt deſcendu de 33 degrés, la Terre conſerve encore 993 degrés de cette chaleur bienfaiſante & néceſſaire. La température de l'été n'eſt donc altérée que d'une trente-unieme partie pour devenir la température de l'hiver ; il n'y a que cette différence entre les chaleurs inſupportables & les froids rigoureux. Cette variation, petite pour la nature, eſt grande & redoutable pour un être foible, qui n'a des ſens délicats & fins que par cette foibleſſe même ; s'il eſt averti de tout, c'eſt que tout l'incommode. Cependant le calcul de l'effet des

(a) Par MM. Braun & Lomonoſow ; *voyez* leurs Diſſer. *de admir. frig. artif. & de ſol.*

rayons ſolaires nous a montré que ſi la Terre a 17 degrés de chaleur dans l'été, elle n'en doit plus avoir qu'un dans l'hiver ; ainſi, conformément à cette proportion, la liqueur du thermometre, qui s'éleve l'été à 1026 degrés, ne devroit monter l'hiver qu'à 60 : elle monte cependant à 993, & cette différence étonnante, qui ne peut être ni l'erreur du calcul, ni l'erreur des ſuppoſitions, démontre évidemment que la Terre poſſede une chaleur indépendante du Soleil. Le Soleil y ajoute ſes ſecours néceſſaires pour la végétation, qui ne commence qu'avec ſon retour ; le Soleil ne ſemble donc donner que 2 degrés l'hiver, & 34 ou 35 degrés l'été. Les 991 degrés qui reſtent ſont la baſe ſur laquelle s'éleve la chaleur du Soleil pour opérer la végétation ; mais ſans cette baſe, la végétation ni la vie n'exiſteroient pas ſur le globe. Ce nombre de degrés peut être plus ou moins hypothétique, le rapport des deux ſources de la chaleur peut être plus ou moins exact, mais l'exiſtence de ces deux ſources eſt également certaine. M. de Buffon a conſidéré cette chaleur propre & intérieure de la Terre comme un trait de reſſemblance des planetes avec le Soleil. Par une idée auſſi naturelle qu'elle eſt grande & philoſophique, il a vu que cette chaleur, continuellement employée à la végétation, à l'élévation des vapeurs, s'évaporoit par les pores de la Terre & par les canaux des végétaux. Cette déperdition de la chaleur lui a fait entrevoir deux phénomènes également néceſſaires, l'un dans le paſſé & l'autre dans l'avenir. Le premier, c'eſt que ce globe, qui poſſede aujourd'hui une chaleur ſuſceptible de diminution, a dû éprouver jadis le plus haut degré de la chaleur, c'eſt-à-dire, le degré qui fond les corps & les rend liquides : le ſecond, c'eſt que le globe déjà réfroidi, ſe réfroidit de jour en jour par des pertes qui ne ſeront ſenſibles que dans les ſiecles ; les glaces doivent le couvrir & remplacer les êtres

vivans. L'inflammation du globe ſuppoſée par M. de Buffon, eſt donc appuyée ſur deux faits, ſur l'aplatiſſement de la Terre, & ſur la chaleur propre qu'elle conſerve encore ; ce ſont les veſtiges de ſon ancien état. Le phénomène de la diminution de cette chaleur ſe manifeſtera un jour par les obſervations du thermometre : mais en attendant cette lumiere de l'expérience, la concluſion qu'il propoſe, conforme à ces deux faits, & à beaucoup d'autres que nous ne pouvons détailler ici, a toute l'évidence néceſſaire dans les choſes de cette nature ; elle a les caracteres de la vérité.

Cette chaleur, que la Terre poſſede ſans en rien devoir aux rayons du Soleil, doit être un phénomène général ; chaque planete doit avoir ſa chaleur intérieure. Les partiſans des cauſes finales diroient que cette chaleur eſt d'autant plus néceſſaire, que Jupiter, & ſur-tout Saturne, ne reçoivent du Soleil que des rayons affoiblis : mais les rapports établis ſur ces cauſes ſont incertains comme elles ; la conformité du ſort des planetes peut être fondée ſur une loi plus sûre, c'eſt que les êtres de même eſpece ſont revêtus des mêmes organes, & ont le même principe de mouvement. Si les globes n'étoient pas déjà échauffés dans la profondeur de leur maſſe, le Soleil ne ſuffiroit à la Terre, ni pour la végétation, ni pour la vie ; il ſuffiroit moins encore aux autres planetes plus diſtantes, elles exiſteroient froides & inanimées. La Terre ſeroit donc la ſeule vivante ; la planete de Mars, les maſſes de Jupiter & de Saturne ſeroient donc vaines & inutiles dans le deſſein de l'univers : cette vue philoſophique ne peut nous tromper ; tout ce qui eſt néceſſaire à l'exiſtence accompagne & fonde cette exiſtence. Si de fortes probabilités nous autoriſent à croire que les corps planétaires ſont les reſtes de Soleils éteints, la chaleur que ces corps conſervent eſt la ſuite de leur premier

état d'incendie. Elle ſera d'autant plus foible que leur extinction ſera plus antique, & qu'ils auront perdu davantage par le réfroidiſſement. Mais dans le nombre de ces corps, en eſt-il qui ſoient réellement plus anciens que les autres. Les circonſtances de la direction ſemblable de leur mouvement & de leur réunion dans une partie étroite & bornée du ciel, ne ſemblent-elles pas indiquer que leur fortune a été la même, qu'ils ont été lancés par la même cauſe, & que leur exiſtence a la même date dans le tems. Si les ſeize planetes de notre ſyſtême étoient nées toutes à la fois, c'eſt-à-dire, qu'elles euſſent paſſé toutes enſemble, & dans le même inſtant, de l'état d'inflammation à celui de réfroidiſſement, nous pourrions avoir quelque notion de leur état préſent; c'eſt un avantage de l'hypothèſe de M. de Buffon. Toutes les planetes ont été à la fois détachées du Soleil; l'inflammation a ceſſé, dès que leur maſſe liquide a été ſéparée du foyer de la chaleur; elles ont durci dès le premier moment de leur exiſtence, & leur réfroidiſſement a commencé. Ce réfroidiſſement doit être proportionné, dans les diſférens corps, à l'étendue de leur ſurface, à la quantité relative de leurs pores qui permet l'évaporation. La chaleur conſervée doit donc ſuivre, dans une certaine proportion, la grandeur de ces corps. Il a fallu chercher cette proportion par l'expérience. M. de Buffon a chauffé des globes de différens diametres juſqu'à l'incandeſcence; il a obſervé le tems que ces globes employoient à ſe réfroidir, au point de pouvoir être touchés avec la main, & il a conſidéré ce terme comme celui où les globes avoient pu admettre la nature vivante & devenir habitables. Il a obſervé également le tems du réfroidiſſement total; un nombre ſuffiſant d'expériences lui a fait découvrir la proportion qui exiſte entre ces termes & les diametres des corps. Il eſt donc parti du

moment de l'inflammation de toutes les planetes, & au moyen de leurs diametres connus, il a pu eſtimer le tems néceſſaire pour les rendre habitables, & le tems néceſſaire à leur réfroidiſſement total. Ces planetes, qui ont reçu les mêmes dons, les ont inégalement conſervés. Les groſſes, telles que Jupiter & Saturne ſont encore brûlantes; l'excès de la chaleur ne permet pas l'habitation : les petites, telles que la Lune, ont tout perdu ; le réfroidiſſement eſt conſommé, elles ſont dans un état de glace & de mort. La Terre, avec ſa grandeur moyenne, avec les ſecours du Soleil, jouit de cette heureuſe température, qui rend habitable le plus grand nombre de ſes climats ; ſes pôles ſeuls, abandonnés du Soleil, ſont inhabités, circonſcrits & fermés par une zône de glaces, qui s'étend, & s'avance lentement ſur le globe, en lui annonçant ſa deſtinée.

Ces trois planetes, Jupiter, la Terre & la Lune ſont donc dans trois états différens, états d'excès, de médiocrité, & de privation abſolue de la chaleur. Ce ſont trois termes de l'échelle que la nature peut parcourir en montant à la vie, & en deſcendant à la mort ; c'eſt ce qui réſulte de l'hypothèſe ingénieuſe & vraiſemblable de M. de Buffon, de cette vérité de la chaleur propre du globe, d'un réfroidiſſement préſumé, & étendu à toutes les planetes. Sans vouloir faire un ſyſtême ſur les premiers mélanges des choſes, & ſur les grandes formations qui ont précédé celle de notre eſpece, on apperçoit que l'élément de la Terre & l'élément du feu ſont les deux principes eſſentiels de tout ce qui exiſte. Tout dans la matiere eſt fixe ou volatil ; chaque ſubſtance participe plus ou moins de ces deux propriétés fondamentales, & n'offre que des nuances depuis l'inertie abſolue de la Terre juſqu'à l'expanſibilité du feu. L'air & l'eau ne ſont ſans doute fluides qu'à cauſe

cauſe de la fluidité du feu. On conçoit que dans l'inflammation des Soleils, la maſſe terreuſe & ſolide qui les compoſe eſt ſans ceſſe diviſée par le feu en action ; c'eſt une véritable diſſolution dans le plus actif de tous les diſſolvans. Cette diviſion en parties impalpables rapproche la Terre de la nature du feu, & la diſpoſe à ſon alliance. Il en doit réſulter différens compoſés, tels que l'eau & l'air, qui s'uniſſant avec les deux premiers élémens, produiront toutes les ſubſtances qui compoſent & ornent le globe. Mais ces combinaiſons multipliées, qui naiſſent de la réaction & de la puiſſance des élémens, ne peuvent être opérées que par un long travail. Ce travail eſt exécuté & caractériſé par de grands mouvemens. Dans un Soleil réellement éteint, dans une planete encore brûlante, le feu conſerve la prépondérance du pouvoir; il a une partie de ſa liberté, & cette liberté produit les mouvemens & les révolutions. On conçoit que les eaux doivent ſans ceſſe ſe volatiliſer, retomber en déluge, ſe précipiter en torrens, ſillonner la ſurface, ſe creuſer des lits, en changer, & dévaſter le globe livré au combat de ces deux élémens, l'eau & le feu. Lorſqu'au contraire la planete eſt arrivée au terme fatal de ſon réfroidiſſement, le mouvement ceſſe, les eaux ne coulent plus ; elles reſtent priſonnieres & glacées dans leurs lits & dans leurs baſſins ; la ſurface eſt aride & déſerte, le feu n'exiſte plus, & le repos & le ſilence ont remplacé le mouvement & la vie. Les apparences de deux planetes nous ont montré préciſément les caracteres de ces deux états oppoſés, les obſervations nous ont indiqué le degré de réfroidiſſement de ces deux planetes. Nous avons dit que le principe de mouvement qui anime la Terre, ſe déploie avec une énergie plus grande & plus remarquable dans la planete de Jupiter, tandis qu'il manque abſolument à la Lune. Il eſt

bien naturel d'en conclure que ce principe eſt celui du feu, la chaleur intérieure, laquelle évaporée en raiſon de la petiteſſe des corps, a abandonné tout-à-fait la Lune, ſe maintient dans notre globe moyen, & s'eſt conſervée plus active dans le globe volumineux de Jupiter. Les changemens continuels de ſa ſurface, la diſparition, la réapparition ſubite & irréguliere de ſes bandes, les taches qui ſemblent ſe répandre, former des îles, ſe mêler & ſe confondre, annoncent le travail de la chaleur & des eaux. Ces dévaſtations ne permettent point d'y ſuppoſer des habitans & confirment le calcul de M. de Buffon; cette planete eſt encore trop brûlante pour la matiere organiſée. Le ſpectacle de la Lune n'étonne pas moins les obſervateurs; elle a l'air de la ſolitude. Huygens, qui vouloit peupler tous les corps céleſtes, n'oſoit y placer des habitans (*a*). On n'y voit point d'eaux (*b*), tout eſt vallons & montagnes; cette ſéchereſſe caractériſe l'abſence de l'élément du feu. Mais ces vallons ont eux-mêmes un caractere remarquable, c'eſt leur rondeur. La forme de ces vallées ou circulaires, ou ovales, faiſoit croire à Képler qu'elles avoient été creuſées par la main des habitans de la Lune (*c*). L'apparence de ces vallons donne bien plutôt l'idée de baſſins, jadis remplis d'un fluide, qui s'eſt glacé pour former une plaine ſolide; cette apparence eſt d'accord avec le défaut de fleuves & de mers, défaut reconnu par tous les obſervateurs (*d*) : il n'y a plus d'eaux, parce qu'elles ſe ſont conſolidées. Ces phénomènes comparés de Jupiter & de la Lune, la chaleur démontrée par M. de Mairan indiquent donc que toutes les planetes ont eu un fond de chaleur propre. Le réfroidiſſement, déjà

(*a*) Huygens, *Plural. des mondes*, p. 225.
(*b*) *Ibid.* p. 222.
(*c*) *Ibid.* p. 220.
(*d*) *Suprà*, p. 388.

comme obſervé dans la Lune, confirme le réfroidiſſement de la Terre & des planetes, annoncé par M. de Buffon. Cette chaleur ſans ceſſe diminuée, a dû être jadis plus grande qu'elle n'eſt aujourd'hui dans la Terre & dans Jupiter même ; elle a dû exiſter au plus haut dégré poſſible, qui eſt celui de la fuſion. Cette fuſion eſt encore atteſté par la figure aplatie des planetes qu'elles doivent à leur liquidité primitive. Lorſqu'on voit d'un côté que les Soleils ne ſont que des incendies, des maſſes ſolides baignées de feu, dévorées, diviſées par cet élément qui tend à les rendre liquides ; & que de l'autre on apperçoit dans les planetes les ſymptômes de la liquidité & de la chaleur plus grande, qui ont été les ſuites de l'extinction de cet incendie, il ſemble permis d'en tirer cette concluſion importante, que les planetes ne ſont réellement que des Soleils éteints : ſoit comme M. de Buffon l'a penſé, qu'elles ayent été détachées d'un grand foyer encore exiſtant ; ſoit qu'elles ayent été elles-mêmes, ſuivant l'opinion de Leibnitz, de petits corps lumineux bientôt conſumés & détruits, faute de matieres combuſtibles. Les corps lumineux & les corps obſcurs, c'eſt-à-dire, les ſubſtances les plus diſtantes de la nature, peuvent donc être rapprochées par de fortes probabilités, & par des conjectures ſuffiſamment liées. La nature éloignée eſt une avec la nature qui nous environne ; elle repoſe ſur deux principes, la matiere ſeche & dure, inerte & paſſive, & la matiere fluide & mobile qui anime l'univers, qui tend toujours au mouvement, à la liquidité : lorſque cette matiere active a atteint ſon but, conſommé ſon ouvrage, elle s'évapore par ſon activité même qui n'a plus d'aliment ; la ſolidité, la dureté, la ſéchereſſe reparoiſſent ſucceſſivement ; & à meſure que le feu ſe retire, tout ce qu'il avoit détruit ſe rétablit. En enchaînant ces idées & ces vues, nous n'avons point eu l'intention

de faire un ſyſtême ; mais nous avons penſé qu'au défaut d'une connoiſſance poſitive que nous n'obtiendrons ſans doute jamais, elles pouvoient ſatisfaire l'eſprit, en lui permettant de ſe compoſer un tableau de l'univers. Ces idées, ſans être toutes des concluſions démontrées, ne ſont pas deſtituées de fondemens : elles naiſſent légitimement des faits obſervés & des loix établies ; elles ſont dues à pluſieurs grands hommes, qui par des vues lumineuſes ont éclairé quelques points de la nature, comme cette nature a poſé de loin en loin des flambeaux iſolés pour éclairer quelques cantons de l'eſpace.

F I N.

Digitized by Google

EXPLICATION

De quelques Termes d'Astronomie.

A

Aberration des étoiles : c'eſt le déplacement apparent des étoiles en conſéquence du mouvement de la terre, combiné avec le mouvement de la lumiere. On dit auſſi dans le même ſens *Aberration de la lumiere.*

Absides : ce ſont les deux points où un aſtre ſe trouve le plus près & le plus loin d'un autre aſtre, autour duquel il tourne dans un cercle, ou dans une ellipſe. La ligne, qui joint ces deux points, s'appelle la ligne des abſides. Dans l'ellipſe, le grand axe eſt toujours la ligne des abſides. (*Voyez figure 6, Tome II*). Si le ſoleil eſt en F, l'aſtre qui décrit l'ellipſe BEH, eſt le plus éloigné en H, le plus près en B, & BH eſt la ligne des abſides.

Aires : ſignifient des eſpaces. Les aires des ſecteurs elliptiques ſont proportionnelles aux tems.

Aldébaran : eſt le nom d'une étoile de la premiere grandeur & de la conſtellation du Taureau. On la nomme auſſi l'Œil du Taureau.

Anomalie : l'angle d'anomalie eſt la diſtance d'une planete à ſon aphélie ; il y en a de pluſieurs eſpeces, anomalie moyenne, anomalie de l'excentrique, anomalie vraie. L'anomalie moyenne eſt celle qui auroit lieu ſi l'aſtre ſe mouvoit uniformément : l'anomalie vraie eſt celle qui a lieu réellement dans la nature : l'anomalie de l'excentrique, ainſi que l'anomalie moyenne ſont fictives ; ce ſont des ſuppoſitions que l'on fait pour trouver l'anomalie vraie.

Antarctique : eſt un adjectif qui déſigne tout ce qui appartient à l'hémiſphère méridional & au pôle auſtral.

Antipodes : ce ſont des climats, qui ſur la terre ſont diamétralement oppoſés à d'autres climats. Si on imagine une ligne qui partant de Paris traverſe le globe & paſſe par ſon centre, le point oppoſé de la ſurface où elle ſe terminera, marquera les antipodes de Paris.

Aphélie : les planetes décrivent des ellipſes dont le ſoleil occupe le foyer ; le point de cette ellipſe, où elles ſe trouvent le plus éloignées de cet aſtre eſt leur aphélie. Le point H (*fig. 6, Tom. II.*) eſt l'aphélie, le ſoleil étant ſuppoſé en F. Si c'étoit la terre qui y fût ſuppoſée, alors le point H s'appeleroit l'apogée. En général aphélie ſignifie le lieu d'un aſtre, lorſqu'il eſt le plus loin du ſoleil, apogée ſon lieu, lorſqu'il eſt le plus loin de la terre. Périhélie & périgée ſignifient au contraire les points où un aſtre ſe trouve le plus près du ſoleil ou de la terre. Si le ſoleil eſt en F (*fig. 6, Tom. II.*), le point B ſera périhélie ; ſi c'eſt la terre qui occupe ce point, le point B ſera le périgée.

Apogée : *voyez* Aphélie.

Apsides : *voyez* Abſides.

Arctique : eſt un adjectif, qui déſigne tout ce qui appartient à l'hémiſphère ſeptentrional, & au pôle du nord où ſe trouve la conſtellation de l'ourſe.

Arcturus : eſt le nom d'une étoile de la premiere grandeur & de la conſtellation du Bouvier.

Armilles : inſtrumens compoſés de cercles aſſemblés, qui ſervoient aux anciens pour l'obſervation des aſtres.

Ascension droite : les aſcenſions droites ſont des arcs de l'équateur ; on les compte depuis le point de l'équinoxe du printems. Si on imagine un cercle, qui partant du pôle paſſe par un aſtre & vienne aboutir à l'équateur, il marquera le lieu de cet aſtre ſur l'équateur ; & l'arc de l'équateur compris entre ce lieu & le point de l'équinoxe, ſera ſon aſcenſion droite. La diſtance de l'aſtre à l'équateur, meſurée ſur le cercle qui part du pôle, s'appelle ſa déclinaiſon.

Aspect : ſituation d'une planete par rapport à une autre : les quadratures, les conjonctions, les oppoſitions ſont des aſpects.

Astérisme : ſynonyme de conſtellation.

Astre : eſt la dénomination générale des corps céleſtes, étoiles, planetes, ſatellites, cometes.

Astrolabe : eſt un inſtrument compoſé de cercles pour obſerver les aſtres, & dans ce ſens il eſt ſynonyme d'armilles. On a auſſi donné le nom d'aſtrolabe à des cartes céleſtes, où ſont projetés & repréſentés les cercles & les conſtellations des deux moitiés du ciel ; nous nommons aujourd'hui ces cartes planiſphères.

Astrologie : prétendue ſcience de deviner l'avenir par les configurations des aſtres.

ATMOSPHERE : ſignifie en général les émanations fluides dont un corps eſt enveloppé : l'air qui nous entoure, où nous vivons, eſt l'atmoſphère de la terre.

ATTRACTION : ſemble être une propriété de la matiere, une faculté qui réſide dans les corps pour forcer les corps voiſins de s'approcher : & lorſque ces corps s'approchent, lorſqu'ils tombent vers les premiers, cette tendance, cette chûte eſt l'effet de leur attraction ou de leur peſanteur.

AUSTRAL : adjectif ſynonyme de Méridional.

AXE : ligne autour de laquelle ſe fait le mouvement ; quand une roue tourne, l'eſſieu eſt l'axe du mouvement. La ligne, qui paſſe par le centre & par les deux pôles de la terre, eſt l'axe de ſa rotation diurne. Ce ſont les deux extrémités de cette ligne qu'on nomme pôles. L'axe & les pôles ſont immobiles, tandis que le reſte du globe eſt en mouvement autour d'eux.

AZIMUT : les azimuts ſont des arcs de l'horizon. On les compte depuis le point où le méridien coupe l'horizon. Si dans un moment quelconque on fait deſcendre un cercle qui paſſe par un aſtre & vienne aboutir à un point de l'horizon, l'arc compris entre ce point & le point où le méridien coupe l'horizon, eſt l'azimut de cet aſtre. Les cercles perpendiculaires à l'horizon ſont auſſi nommés azimuts.

B

BORÉAL : ſynonyme de ſeptentrional.

C

CALENDRIER : c'eſt la diſtribution des années & des jours.

CYCLE : ſynonyme de période & de révolution : intervalle de tems compoſé d'un certain nombre fixe d'années ou de jours, & qui ne finit que pour recommencer.

CIRCOMPOLAIRE : les étoiles circompolaires ſont celle qui avoiſinent le pôle.

CLIMATS : les climats ſur la terre ſont réglés par la chaleur, ou, ce qui revient au même, par la préſence du ſoleil & par la longueur des jours. On diſoit autrefois le climat de douze heures pour le climat de l'équateur, parce que toute l'année les jours y ſont de douze heures. En s'élevant ves les pôles, on déſignoit ces climats par le plus long jour de l'été ; on diſoit le climat de treize heures, de ſeize heures, de vingt heures ; puis enfin le climat de vingt quatre heures, qui eſt celui où le ſoleil ne

ſe couche point le jour du ſolſtice d'été ; enſuite on ne comptoit plus que par des mois, on diſoit le climat d'un mois, de deux, de quatre : le dernier étoit le climat de ſix mois, celui du pôle où en effet le ſoleil eſt ſix mois ſans ſe coucher pour l'hémiſphère. Aujourd'hui nous déſignons les climats par les degrés de latitude, & par la diſtance à l'équateur. Paris eſt à 49 degrés de l'équateur, nous diſons qu'il eſt ſous le climat de 49 degrés.

Colures : ce ſont deux grands cercles perpendiculaires à l'équateur, qui ſe coupent aux deux pôles du monde, & qui paſſent, l'un par les points des deux ſolſtices, & l'autre par les points des deux équinoxes ; l'un eſt le colure des ſolſtices, l'autre eſt celui des équinoxes.

Conjonction : eſt la réunion de deux aſtres dans le même point, ou dans la même partie du ciel. Elle dépend du lieu où l'on place le point de vue. Deux aſtres peuvent être en conjonction, ou à l'égard du ſoleil, ou à l'égard de la terre. La conjonction rigoureuſe eſt celle qui a lieu préciſément dans une même ligne, où l'un des deux aſtres eſt devant l'autre, & le couvre en tout ou en partie, comme cela arrive dans les *éclipſes* de lune & de ſoleil ; mais ces conjonctions rigoureuſes & dans le même point du ciel ſont rares. Les aſtronômes diſent encore que deux aſtres ſont en conjonction, lorſque vus de la terre ou du ſoleil, ils ont la même longitude, ou la même aſcenſion droite, c'eſt-à-dire, lorſqu'ils répondent au même point de l'écliptique, ou au même point de l'équateur.

Constellations ; amas d'étoiles qui forment des diſtricts & des diviſions dans l'étendue du ciel.

D

Décimales : eſpece de fraction commode pour les calculs. On ſuppoſe l'unité diviſé en dix parties, chacune de ces parties en dix autres, & ainſi progreſſivement juſqu'à l'infini. Pour en donner un exemple, on les écrit ainſi ; 1, 478 ; ce qui ſignifie l'unité, plus quatre dixiemes, plus ſept centiemes, plus huit milliemes, &c. En général les chiffres qui précédent la virgule ſont des unités entieres, ceux qui la ſuivent ſont, par ordres, des dixiemes, des centiemes, des milliemes, &c.

Déclinaison : *voyez* Aſcenſion droite.

Déférent : terme de l'ancienne aſtronomie, par lequel on déſignoit l'orbite d'une planete, ou le cercle qui portoit l'épicycle.

Degrés

DEGRÉ : eſt une diviſion du cercle que l'on partage en 360 parties nommées degrés. Cette diviſion eſt commune à tous les cercles du ciel & de la terre. Un degré de l'écliptique, ou de l'équateur, eſt la trois cents ſoixantieme partie de ces cercles. Un degré de latitude, ou de déclinaiſon, eſt la trois cents ſoixantieme partie d'un cercle, qui paſſe par les pôles de l'écliptique ou de l'équateur, & par l'aſtre dont il eſt queſtion. Un degré de la terre eſt également la trois cents ſoixantieme partie d'un des cercles qui la diviſe.

DENSITÉ : eſt la quantité de matiere renfermée dans un corps, relativement à ſon volume. Un corps égal à un autre pour le volume, s'il contient deux fois plus de matiere, a deux fois plus de denſité.

DIAPHRAGME, anneau de carton ou de métal, que l'on introduit dans une lunette pour écarter la lumiere ſuperflue, ou les rayons inutiles qui nuiroient à la viſion diſtincte.

DICHOTÔME : ſignifie partagé en deux : la lune dichotôme eſt la lune à moitié éclairée, dans le premier & dans le troiſieme quartiers.

DIFFRACTION : eſt le détour de la lumiere lorſqu'elle paſſe infiniment près des corps ſolides. On dit auſſi dans le même ſens l'inflexion des rayons de lumiere.

DIGRESSION : élongation. Lorſqu'un aſtre tourne autour d'un autre, la diſtance dont nous le voyons s'en éloigner s'appelle élongation ou digreſſion : ſavoir élongation, lorſqu'il s'agit du ſoleil ; on dit l'élongation de la lune ou de Jupiter, c'eſt l'angle de leur diſtance à l'égard du Soleil. On ſe ſert du mot digreſſion pour les ſatellites de Jupiter, de Saturne, & même pour les deux planetes inférieures, Vénus & Mercure.

DISTANCES : lorſque les aſtronômes parlent des diſtances des planetes, cette expreſſion ſignifie tantôt une ligne, tantôt un angle. Tantôt ils entendent la diſtance en ligne droite d'un aſtre à un autre, le chemin qu'il faudroit faire pour parvenir de l'un à l'autre ; c'eſt abſolument une diſtance ſemblable à celle de nos diſtances itinéraires : tantôt ils entendent l'arc céleſte compris entre les deux lieux de deux aſtres ; alors la diſtance eſt un angle formé par les rayons viſuels menés à cette planete. Lorſque l'aſtre eſt aſſez éloigné pour qu'il n'y ait point de parallaxe, cet angle eſt le même à la ſurface qu'il feroit au centre de la terre. Les circonſtances déterminent parfaitement les deux ſens différens du mot diſtance.

Digitized by Google

E

Écliptique : eſt le cercle décrit par le ſoleil, ou plutôt par la terre : il eſt ainſi nommé, parce que les éclipſes de ſoleil & de lune n'arrivent jamais que lorſque la lune ſe rencontre dans l'écliptique, ou lorſqu'elle en eſt très-près.

Élémens : ce ſont les connoiſſances néceſſaires à la théorie d'une planete, les connoiſſances qui mettent en état de calculer ſon mouvement & ſa poſition. Les principaux de ces élémens ſont au nombre de huit ; le premier c'eſt l'époque, c'eſt-à-dire, la longitude, le lieu où un aſtre a été vu dans un inſtant déterminé. Les ſept autres ſont la poſition de ſon aphélie & de ſon nœud pour le même inſtant, le moyen mouvement de la planete, le mouvement de cet aphélie & de ce nœud dans un intervalle de tems connu, l'inclinaiſon de l'orbite de la planete ſur l'écliptique ; enfin l'excentricité de l'ellipſe qu'elle décrit, d'où dépend l'inégalité de ſon mouvement. Ces élémens connus & réunis forment ce qu'on appelle la théorie d'une planete.

Ellipse : courbe qui s'engendre en coupant un cône obliquement à ſon axe : c'eſt celle que les planetes & les cometes décrivent autour du ſoleil, & les ſatellites autour de leurs planetes principales (*Voy. Tom. II, fig.* 29). Elle a deux points F, F également éloignés de ſon centre C, que l'on nomme ſes foyers. Plus ces points ſont diſtans du centre, plus l'ellipſe s'alonge, s'aplatit & s'éloigne du cercle. La diſtance CF du foyer au centre s'appelle l'excentricité.

Élongation : *voyez* Digreſſion.

Émersion : *voyez* immerſion.

Épacte : c'eſt l'âge de la lune au moment de la fin de l'année, c'eſt-à-dire, le nombre de jours écoulés depuis que la lune eſt renouvelée, ou depuis ſa conjonction avec le ſoleil.

Époque : déſigne une obſervation qui ſert de baſe à tous les calculs d'une planete. Lorſque le mouvement d'un aſtre eſt bien connu, il ne s'agit que d'avoir une obſervation du lieu où il a été vu dans un tems paſſé, pour calculer le lieu où il doit être dans un tems futur. Cette obſervation premiere eſt ce qu'on nomme l'époque.

Équant : cercle de l'ancienne aſtronomie. C'eſt autour du centre de ce cercle que les mouvemens des planetes étoient ſuppoſés uniformes.

Digitized by Google

Équateur : grand cercle qui divise la terre & le ciel chacun en deux hémisphères. L'écliptique s'éleve également au-dessus & au-dessous, & lorsque le soleil se rencontre dans ce cercle, les jours sont égaux aux nuits; c'est de là qu'il a tiré son nom.

Équations : ce sont les quantités par lesquelles on tient compte des inégalités des astres. On suppose, pour la facilité du calcul, que les mouvemens sont uniformes; on corrige ensuite cette supposition par une quantité proportionnée à l'inégalité, & cette quantité ajoutée ou retranchée, se nomme l'équation : & comme le mouvement d'un astre peut être varié, troublé par plusieurs causes, on emploie autant d'équations que cet astre a d'inégalités. La lune en a un très-grand nombre.

Équinoxes : ce sont les points où l'écliptique coupe l'équateur. C'est dans ces points que le soleil fait les jours égaux aux nuits, d'où leur est venu le nom d'équinoxes.

Éther : fluide infiniment subtil, qu'on suppose remplir les espaces célestes entre les planetes & notre atmosphère.

Étoiles : astres qui sont fixes dans le ciel, ou sensiblement fixes, qui luisent par eux-mêmes, & qui sont sans doute des soleils semblables au nôtre.

Excentricité : *voyez* Ellipse.

G

Gnomon : instrument pour prendre la hauteur du soleil, déterminée par la longueur de son ombre.

H

Hauteur : est la distance d'un astre à l'horizon.

Héliaque : le lever héliaque, c'est le tems où une étoile commence à se dégager des rayons du soleil, & à briller le matin avant lui sur l'horizon. Le coucher héliaque est le tems où elle se plonge dans les rayons du soleil, & où elle cesse de paroître le soir sur l'horizon, après le coucher de cet astre.

Hémisphère : moitié du globe terrestre, ou de la sphère céleste. On peut distinguer l'hémisphère septentrional & l'hémisphère méridional, l'hémisphère oriental & l'hémisphère occidental, l'hémisphère obscur & l'hémisphère éclairé, &c.

Hesper : étoit anciennement le nom de Vénus, lorſqu'elle brilloit le ſoir. On la nommoit Lucifer lorſqu'elle ſe montroit le matin.

Horizon : c'eſt dans chaque lieu un cercle qui ſépate l'hémiſphère viſible du ciel de celui qui ne l'eſt pas. On change d'horizon à chaque pas qu'on fait ſur la terre.

I

Immersion : c'eſt le moment où un aſtre tel que la lune, les ſatellites de Jupiter entrent dans l'ombre. On diſtingue le commencement de l'immerſion, c'eſt-à-dire, le moment où ils touchent l'ombre, & l'immerſion totale, qui eſt le moment où ils y ſont entiérement plongés. L'émetſion eſt le moment de la ſortie de l'ombre. On diſtingue également le commencement de l'émerſion & l'émerſion totale. Ce ſont des phénomènes des éclipſes.

Inclinaison : c'eſt l'angle que l'orbite d'une planete fait avec l'orbite d'une autre planete. Les points où ces deux orbites ſe coupent s'appellent les nœuds.

Indiction : eſt une maniere de compter le tems par quinze années ; c'eſt un cycle de quinze ans.

Inégalités : *voyez* Équations.

Inflexion : *voyez* Diffraction.

Informes : les étoiles informes ſont celles qui ne ſont point renfermées dans les conſtellations.

Intercalaire : jour intercalaire, c'eſt le jour ajouté tous les quatre ans dans l'année biſſextile aux 365 jours de l'année, pour tenir compte des ſix heures dont la longueur de l'année excede 365 jours. Lune intercalaire eſt une treizieme lune ajoutée tous les deux ou trois ans aux douze lunes de l'année, pour tenir compte des onze jours dont l'année ſolaire excede l'année lunaire, & pour tendre aux lunaiſons à peu près la même place dans le calendrier.

Jour : le jour naturel eſt le tems de la préſence du ſoleil ſur l'horizon ; le jour artificiel eſt l'intervalle de vingt-quatre heures, qui embraſſe le jour naturel & la nuit conſécutive. Les aſtronômes comptent ces vingt-quatre heures d'un midi à l'autre, & c'eſt le jour aſtronomique.

Irradiation : c'eſt un effet de l'éclat de la lumiere, c'eſt l'extenſion apparente de la grandeur des corps lumineux ſur un fond obſcur.

Digitized by Google

ISOCHRONISME : c'eſt la propriété du pendule de faire les vibrations grandes & petites dans le même tems.

L

LACTÉE (voie) : zône blanche & lumineuſe qui traverſe & partage le ciel.

LATITUDES : *voyez* Longitudes.

LIBRATION : les anciens donnoient ce nom à un mouvement alternatif par lequel ils croyoient expliquer la préceſſion des équinoxes. Ptolémée ſuppoſoit auſſi une libration dans les plans des orbites des planetes, pour expliquer les variations de leur latitude. On ne ſe ſert de ce mot que pour exprimer le balancement de la lune, qui nous montre & nous cache alternativement vers ſes bords quelque partie de ſa ſurface.

LIEU D'UNE PLANETE : c'eſt le point du ciel où elle eſt vue de la terre. En plaçant le ſpectateur ailleurs, par exemple dans le ſoleil, le lieu de la planete ſeroit le point du ciel où aboutiroit le rayon viſuel, & où le ſpectateur la jugeroit placée.

LOGARITHMES : ce ſont des nombres inventés pour faciliter le calcul, en ſubſtituant toujours des additions aux multiplications, & des ſouſtractions aux diviſions. (*Voyez ſuprà, Tom. II, Liv.* 2).

LONGITUDES : les longitudes céleſtes ſe comptent depuis l'équinoxe de printems, c'eſt-à-dire, depuis l'une des interſections de l'équateur avec l'écliptique. Par le pôle de ce dernier cercle & par l'aſtre on imagine un cercle qui coupe l'écliptique ; l'arc compris entre cette interſection & le point de l'équinoxe eſt la longitude de cet aſtre. La latitude ſe compte ſur le cercle fictif dont nous venons de parler, & qui paſſe par l'aſtre & par les pôles de l'écliptique. Les degrés compris entre l'aſtre & l'écliptique ſont les degrés de latitude. Les longitudes terreſtres ſe comprent ſur l'équateur ; elles doivent partir d'un point fixe dont il faut convenir, & où on commence à compter les degrés ; la latitude d'un lieu eſt ſa diſtance à l'équateur, meſurée ſur le grand cercle nommé méridien, qui paſſe par ce lieu & par les pôles de l'équareur. Les degrés compris entre ce lieu & l'équareur ſont les degrés de latitude.

LUNAISONS : intervalle de tems, révolution qui ramene la lune au même aſpect à l'égard du ſoleil.

Digitized by Google

M

Masse : la maſſe d'une planete eſt la quantité de matiere contenue dans le globe de cette planete.

Méridien : c'eſt un des cercles perpendiculaires à l'horizon, & qui paſſe par le zénith. C'eſt celui où les aſtres, emportés par la révolution diurne, atteignent leur plus grande hauteur, & le milieu de leur courſe de l'orient à l'occident. Ce cercle qui paſſe par le zénith, paſſe en même tems par les pôles de l'équateur ; la partie interceptée entre le zénith du lieu & l'équateur marque la latitude de ce lieu, & ſa longitude eſt déterminée par le point où ce cercle coupe l'équateur. *Voy.* Longitude.

Méridienne : ligne tracée ſur un plan horizontal, ou vertical, dans le plan du méridien, & où l'image du ſoleil marque l'inſtant de midi.

Mesure des angles : un angle eſt formé par deux lignes qui aboutiſſent au même point ; l'écartement de ces lignes fait la grandeur de l'angle. On le meſure par le moyen d'un arc de cercle décrit du point où les deux lignes aboutiſſent, pris pour centre : le nombre des degrés du cercle comptis dans l'intervalle de deux lignes, eſt la meſure de l'angle. Que cet arc ſoit décrit d'un grand ou d'un petit rayon, les degrés ſeront plus grands ou plus petits, mais il n'y en aura jamais que le même nombre, puiſque ce nombre eſt détetminé par l'écartement de deux lignes.

Micrometre : inſtrument pour meſurer les petits eſpaces.

Mobile (premier mobile) : c'eſt le nom que les anciens donnoient au mouvement diurne des aſtres d'orient en occident.

Mouvement (moyen) : eſt un mouvement fictif que les aſtronômes employent pour calculer la marche & le lieu des aſtres, en tenant compte enſuite de leurs inégalités.

N

Néomenie : ſynonyme de nouvelle lune.

Nœuds : *voyez* Inclinaiſon.

O

Obliquité de l'écliptique : angle de l'écliptique avec l'équateur.

Objectif : celui des vettes d'une lunette qui eſt tourné du côté de l'objet.

Occultation : éclipſe d'ane étoile ou d'une planete par une autre planete.

Octant : c'eſt le nom d'une des phaſes de la lune ; c'eſt le milieu de l'intervalle entre la nouvelle lune & le premier quartier, entre le premier quartier & la pleine lune, entre la pleine lune & le troiſieme quartier, entre le troiſieme quartier & la nouvelle lune ſuivante. Ainſi la lune, dans le cours de ſa révolution, ſe trouve quatre fois dans les octans.

Oculaire : celui des verres d'une lunette qui eſt tourné du côté de l'œil.

Opposition : c'eſt l'aſpect de deux aſtres, qui vus du centre de la terre, ſont diamétralement oppoſés dans le ciel. Lorſque la lune eſt pleine, la terre eſt entr'elle & le ſoleil, & la lune eſt oppoſée à cet aſtre.

Orbe, Orbite : c'eſt le cercle ou la courbe qu'une planete décrit.

Ouverture d'une lunette : c'eſt la largeur ou le diametre du verre objectif qui donne paſſage à la lumiere.

P

Parabole : eſt une des courbes qui naiſſent de la ſection du cône & dans laquelle les cometes ſe meuvent ſenſiblement lorſqu'elles approchent du ſoleil.

Parallaxe : c'eſt la différence des poſitions d'un aſtre dans le ciel, lorſqu'il eſt vu de différens points du globe, ou de différens points de l'eſpace. Les planetes, telles que Vénus, Mercure & ſur-tout la Lune, ont une parallaxe, à cauſe de l'étendue de notre globe. Les planetes ont encore une autre parallaxe qui naît du mouvement de tranſlation de la terre ; en changeant de poſition dans l'eſpace, elle voit les planetes répondre à différens points du ciel ; c'eſt ce qu'on nomme la parallaxe du grand orbe. La parallaxe des fixes ſeroit celle qui auroit lieu ſi la terre, dans ſon mouvement, ſe tranſportant d'une extrémité de ſon orbe à l'autre, voyoit changer ſenſiblement la poſition des étoiles.

Parallaxe horizontale : la parallaxe, qui naît de la grandeur du globe, diminue à meſure que les aſtres s'élevent ſur l'horizon, & s'évanouit au zenith. La plus grande de toutes, celle qui a lieu à l'horizon, eſt la parallaxe horizontale.

Parallèles ; on donne ce nom aux cercles qui ſont parallèles à l'équateur terreſtre ou céleſte. On dit que Paris eſt ſous le parallèle de 49 degrés, c'eſt-à-dire, ſous le cercle parallèle à l'équateur terreſtre, & qui en eſt

éloigné de 49 degrés. On dit que le ſoleil eſt dans le parallèle de l'étoile nommée Regulus, ou le Cœur du Lion; c'eſt-à-dire, qu'il eſt dans un cercle parallèle à l'équateur céleſte, & qui paſſe par cette étoile.

PARALLÉLISME DE L'AXE DE LA TERRE : c'eſt l'inclinaiſon conſtante de l'axe de rotation de notre globe ſur le plan de l'écliptique.

PENDULE : corps ſuſpendu à un fil ou à une verge de fer, qui oſcille autour d'un centre : ſon iſochroniſme a été découvert par Galilée, & Huygens l'appliqua aux horloges.

PÉNOMBRE : c'eſt l'ombre légere qui commence & qui termine les éclipſes de lune. Elle ſe répand ſur les points de la lune qui voyent encore une partie du ſoleil, & où l'ombre épaiſſe, l'ombre vraie n'arrive que lorſque le ſoleil leur eſt entiérement caché.

PÉRIGÉE : *voyez* Aphelie.

PÉRIHÉLIE : *voyez* Aphelie.

PÉRIODE : *voyez* Cycle.

PESANTEUR : *voyez* Attraction.

PÔLES : *voyez* Axe.

PRÉCESSION DES ÉQUINOXES : c'eſt la quantité dont l'interſection de l'équateur & de l'écliptique rétrograde ſur ce dernier cercle. Le point de l'équinoxe recule & va au-devant du ſoleil, ce qui fait que l'équinoxe arrive plutôt. En même tems les étoiles, quoiqu'immobiles, paroiſſent s'avancer le long de l'écliptique : leur longitude croît continuellement; d'où il réſulte que préceſſion des équinoxes, rétrogradation des points équinoxiaux, progreſſion ou mouvement des étoiles en longitude, ſont des expreſſions identiques.

PROJECTION : c'eſt la méthode de rapporter un nombre d'objets différemment placés, & dans différens plans, à un ſeul & même plan que l'on ſuppoſe placé entre l'œil & les objets, ou derriere les objets mêmes. Un tableau eſt une projection coloriée. Les cartes céleſtes ou terreſtres ſont également des projections. On ſuppoſe l'œil hors du globe de la ſphère, regardant tous les objets qui y ſont contenus, & marquant le lieu de ces objets ſur un plan déterminé & convenu.

PROJECTION : eſt auſſi l'action de lancer un corps : la force qui le lance eſt appelé la force de projection.

QUADRATURE :

Q

QUADRATURE : c'eſt la phaſe de la lune qui a lieu entre la conjonction & l'oppoſition, entre l'oppoſition & la conjonction. C'eſt ce qu'on appelle le premier & le troiſieme quartier. C'eſt en général pour tous les aſtres le tems où une planete, vue de la terre, eſt éloignée du ſoleil de 90 degrés, ou du quart du ciel.

R

RÉFRACTION : c'eſt le détour de la lumiere en paſſant d'un milieu dans un autre, en paſſant, par exemple, de l'éther dans l'air, ou de l'air dans le verre ou dans l'eau.

RÉGULUS : étoile qui eſt placée au Cœur du Lion.

ROTATION : mouvement d'une planete autour de ſon axe.

S

SAROS : période des anciens Chaldéens.

SECTEUR : inſtrument d'aſtronomie qui embraſſe une portion quelconque de la circonférence. Un ſecteur de cercle, un ſecteur d'ellipſe eſt un eſpace renfermé par une portion de la courbe, & par deux rayons menés ou au centre du cercle, ou au foyer de l'ellipſe.

SEXTANT : inſtrument d'aſtronomie, ainſi nommé, parce qu'il embraſſe la ſixieme partie du cercle.

SIDÉRALE : ſignifie ce qui concerne les étoiles. L'année ſidérale eſt celle qui eſt réglée par le retour du ſoleil à une même étoile.

SINUS : ſi par les extrémités d'un arc de cercle, on mene une ligne droite, cette ligne eſt nommée la corde de cet arc, & la moitié de cette ligne eſt le ſinus de la motié de ce même arc. Ces ſinus ſont d'un grand uſage dans la géométrie & dans l'aſtronomie.

SIRIUS : étoile de la conſtellation du grand Chien.

SOLSTICES : c'eſt le point de l'orbite du ſoleil où cet aſtre s'éleve le plus haut, ou s'abaiſſe le plus bas ſur l'horizon. Dans ce point, dans l'inſtant du ſolſtice, il ceſſe de monter & commence à deſcendre, ou bien il ceſſe de deſcendre pour commencer à remonter.

Sphère : comme la vue s'étend de toutes parts à la même distance, tout ce que nous voyons paroît rond ou sphérique. Le monde prend la figure d'une boule, c'est pourquoi nous disons la sphère celeste, pour désigner la concavité apparente qui nous environne de toutes parts. Nous donnons encore le nom de sphère à la représentation artificielle de ces cercles. On dit l'inclinaison de la sphère, pour désigner la position de ces cercles sur l'horizon.

Sphéroïde : solide qui n'est qu'un globe aplati ou alongé. Le sphéroïde differe d'un globe comme l'ellipse differe d'un cercle.

Style : le nouveau style est la maniere de dater, en admettant la réformation grégorienne. Le vieux style est celui qui n'admet pas cette réformation. Le style d'un cadran solaire est une pointe élevée dont l'ombre montre les heures; le style est un petit gnomon.

Syzygies : conjonction ou opposition de la lune. La ligne des syzygies est la ligne où arrivent ces conjonctions & ces oppositions.

T

Tems vrai ou apparent : c'est celui que marque chaque jour le soleil. Le tems moyen est celui qui auroit lieu si le soleil se mouvoit toujours d'un mouvement égal. Les astronômes tiennent compte de la différence de ces deux tems par le moyen d'une équation qu'ils nomment l'équation du tems.

Trajectoire : est la courbe décrite par un corps en mouvement. Les ellipses des planetes, les paraboles que les cometes semblent décrire, en approchant du soleil, la route courbe que suit un rayon de lumiere dans l'atmosphère, sont des trajectoires.

Trigonométrie : science des triangles.

Tropiques : ce sont des cercles parallèles à l'équateur, où le soleil atteint sa plus grande distance de ce cercle : arrivé là, il commence à s'en rapprocher; il semble retourner en arrière, c'est pourquoi les anciens ont donné à ces cercles le nom de tropiques.

V

Variation : troisieme inégalité de la lune, découverte par Tycho.

Z

ZENITH : eſt le point du ciel qui eſt perpendiculairement au-deſſus de notre tête. En changeant de lieu, on change de zenith.

ZODIAQUE : eſpace ou zône céleſte d'environ 17 degrés de largeur, qui fait le tour du ciel, dont l'écliptique occupe le milieu, & qui comprend tous les points du ciel, où les planetes ſe rencontrent.

ZÔNE : eſpace compris ſur la ſurface d'une ſphère entre deux cercles parallèles entr'eux. La zône compriſe entre les deux tropiques eſt la zône Torride ; ſi l'on imagine deux cercles parallèles à l'équateur, & de part & d'autre à 66 degrés de diſtance, ces cercles ſeront les cercles polaires. La zône compriſe de chaque côté entre l'un de ces cercles & l'un des tropiques eſt la zône tempérée. Au-delà de ce cercle polaire eſt la zône glaciale qui s'étend juſqu'au pôle.

Fin de l'Explication des Termes d'Aſtronomie.

TABLE

DES LIVRES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

LIVRE I. *De Képler.* page 1.

= II. *De Galilée & des dernieres années de Képler.* 77.

= III. *Des Aſtronômes contemporains de Képler & de Galilée, & de ceux qui les ont ſuivis.* 139.

= IV. *De Deſcartes.* 177.

= V. *De Bouillaud, d'Hévélius, de Huygens & de quelques autres Aſtronômes.* 207.

= VI. *De l'Établiſſement des Académies, & de l'Invention des nouveaux Inſtrumens.* 249.

= VII. *Des Méthodes d'obſerver.* 279.

= VIII. *De Jean-Dominique Caſſini.* 307.

= IX. *De la Meſure de la terre, & des Voyages entrepris en France pour les progrès de l'Aſtronomie.* 337.

= X. *Travaux & Découvertes du même tems.* 377.

= XI. *De Flamſteed, Halley, Hook: Travaux & Découvertes depuis 1672 juſqu'en 1686.* 425.

= XII. *De Newton.* 469.

XIII. *Recherches, Obſervations relatives aux planetes, & Progrès de l'Aſtronomie depuis les découvertes de Newton, ou depuis 1687 juſqu'en 1730.* 579.

XIV. *Recherches relatives aux cometes & aux étoiles; & Progrès de l'Aſtronomie depuis 1687 juſqu'en 1730.* 637.

XV. *Diſcours ſur la nature des Corps lumineux & des Corps obſcurs de l'univers.* 681.

XVI. *Explication de quelques Termes d'aſtronomie.* 733.

Fin de la Table.

Digitized by Google

EXTRAIT

Des Regiſtres de l'Académie du 10 Février 1779.

MESSIEURS LEROI, LE GENTIL ET CASSINI fils ayant rendu compte à l'Académie des deux derniers volumes de l'Hiſtoire de l'Aſtronomie par M. BAILLY, contenant l'*Hiſtoire de l'Aſtronomie moderne*, l'Académie a jugé cet ouvrage digne de paroître ſous ſon Privilége. En foi de quoi j'ai ſigné le préſent certificat : à Paris ce 17 Février 1779, le Marquis de CONDORCET, Secrétaire perpétuel.

PRIVILÉGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre, à nos amés & féaux nôſeilliers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des requêtes ordinaires de notre CHtel, grand Conſeil, Prevôt de Paris, Baillis, Sénéchaux, leurs Lieutenans civils & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra: SALUT : nos bien amés les MEMBRES de l'Académie Royale des Sciences de notre bonne ville Paris nous ont fait expoſer qu'ils auroient beſoin de nos Lettres de Privilége pour l'impreſſion de leurs Ouvrages. A CES CAUSES, voulant favorablement traiter les Expoſans, Nous leur avons permis & permettons par ces Préſentes, de faire imprimer par tel Imprimeur qu'ils voudront choiſir, toutes les recherches & obſervations journalieres, ou rélations annuelles de tout ce qui aura été fait dans les aſſemblées de ladite Académie Royale des Sciences, les ouvrages, mémoires ou traités de chacun des particuliers qui la compoſent, & généralement tout ce que ladite Académie voudra faire paroître, après avoir fait examiner leſdits ouvrages, & jugés qu'ils ſont dignes de l'impreſſion, en tels volumes, forme, marge, caractères, conjointement ou ſéparément, & autant de fois que bon leur ſemblera, & de les faire vendre & débiter par tout notre Royaume pendant le tems de vingt années conſécutives, à compter du jour de la date des Préſentes; ſans toutefois qu'à l'occaſion des ouvrages ci-deſſus ſpécifiés, il en puiſſe être imprimé d'autres qui ne ſoient pas de ladite Académie : faiſons défenſes à toutes ſortes de perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance : comme auſſi à tous Libraires & Imprimeurs d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre & débiter leſdits Ouvrages, en tout ou en partie, & d'en faire aucunes traductions ou extraits ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit deſdits Expoſans, ou de ceux qui auront droit d'eux, à peine de confiſcation deſdits exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers auxdits Expoſans, ou à celui qui aura droit d'eux, & de tous dépens, dommages & intérêts; à la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au

long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impreſſion deſdits Ouvrages ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en bon papier & beaux caractères, conformément aux Réglemens de la Librairie, qu'avant de les expoſer en vente, les manuſcrits ou imprimés qui auront ſervi de copie à l'impreſſion deſdits Ouvrages, ſeront remis ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France le Sieur HUE DE MIROMENIL, qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothéque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notre cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le ſieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit ſieur HUE DE MIROMSNIL, le tout à peine de nullité des Préſentes ; du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir leſdits Expoſans & leurs ayant cauſes, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin deſdits Ouvrages, ſoit tenue pour dûment ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers, Secrétaires, foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Chartre Normande & Lettres à ce contraires : CAR tel eſt notre plaiſir. DONNÉ à Paris le premier jour de Juillet, l'an de grace mil ſept cent ſoixante-dix-huit, & de notre règne le cinquieme. Par le Roi en ſon Conſeil. *Signé* LE BEGUE.

Regiſtré ſur le Regiſtre vingt de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N° *1477*, *Fol. 582*, *conformément au Réglement de 1723*, *qui fait défenſes article quatre à toutes perſonnes de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter, faire afficher aucuns livres, pour les vendre en leurs noms, ſoit qu'ils s'en diſent les auteurs, ou autrement, & à la charge de fournir à la ſuſdite Chambre huit exemplaires preſcrits par l'article cent huit du même Réglement. A Paris, ce 20 Août 1778. Signé A. M. LOTTIN l'aîné, Syndic.*

1.5.123

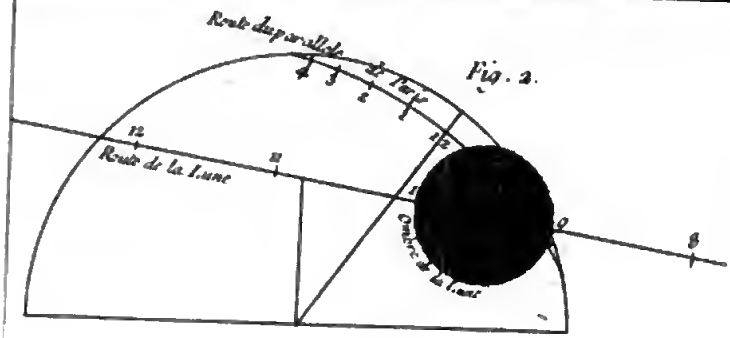


Fig. 2.

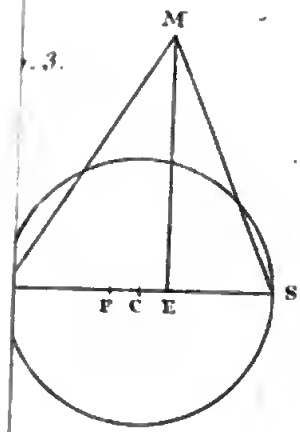
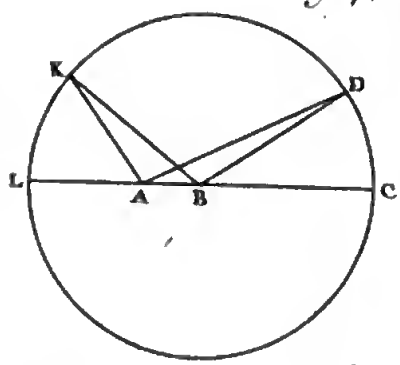


Fig. 3.

Fig. 4.



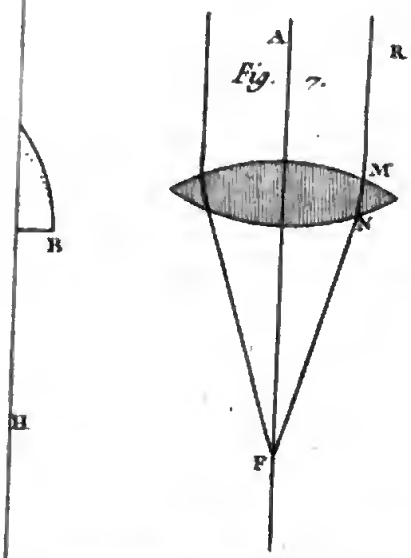


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

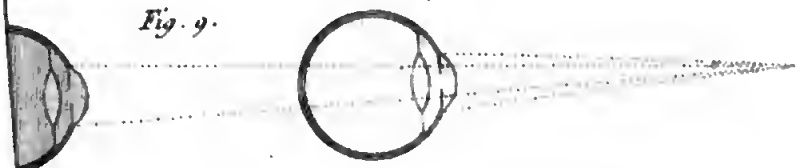


Fig. 11.

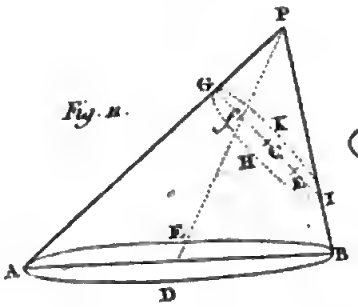
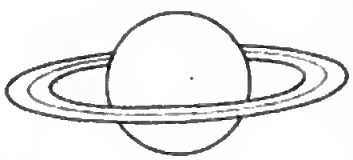


Fig. 12.



13.

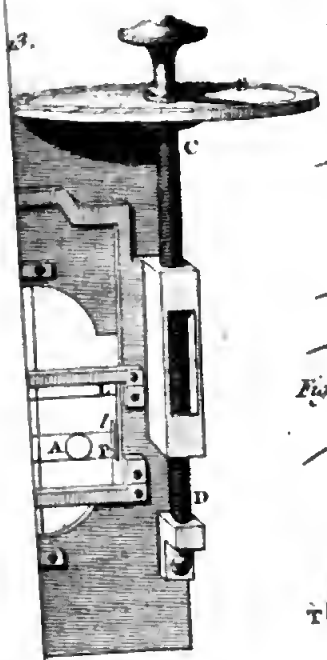


Fig. 15.

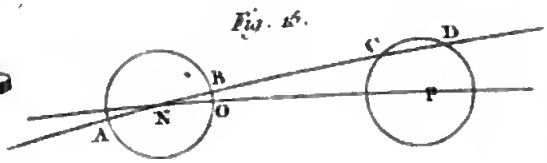


Fig. 14.

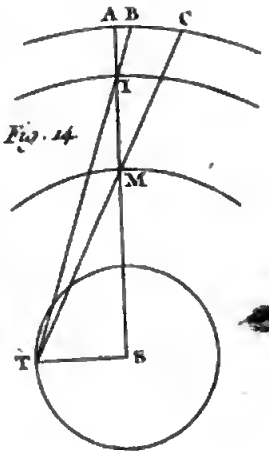
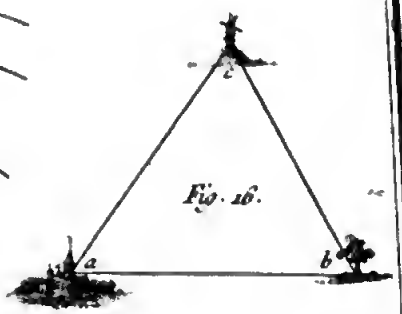


Fig. 16.



754
Ph 39840

Fig 17.

Montjay

Montlheri

Brie Comte Robert

Meridienne

Observatoire

Fig. 18.

Fig 20.

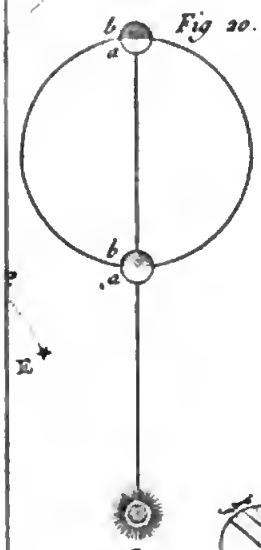


Fig. 21.

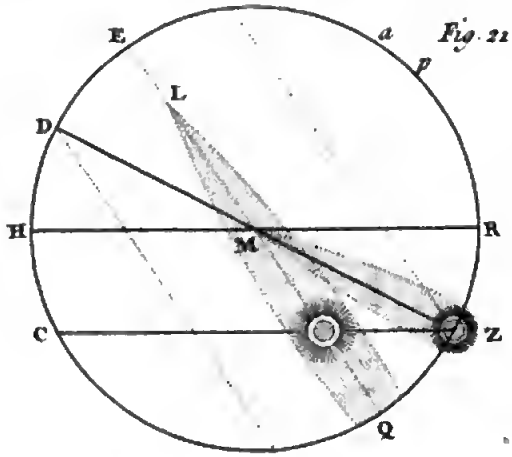


Fig 23.

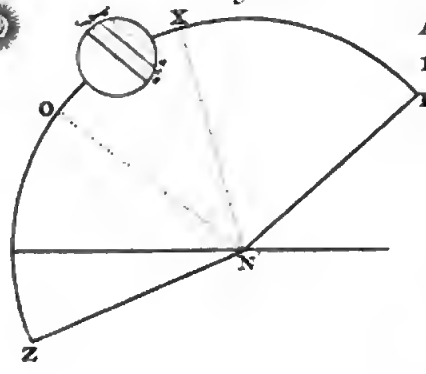
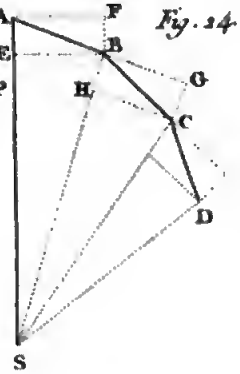
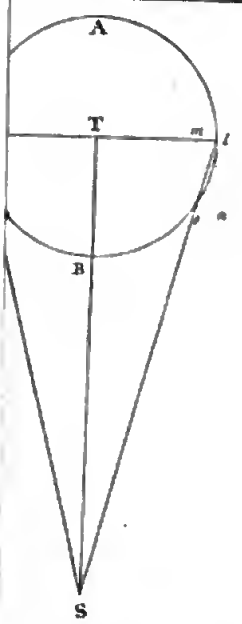


Fig. 24.



Digitized by Google

15 62
phys 610



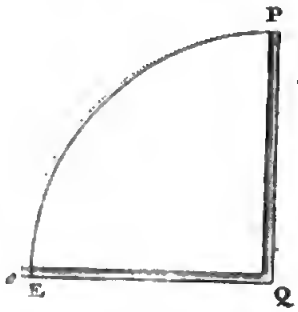


Fig. 27.

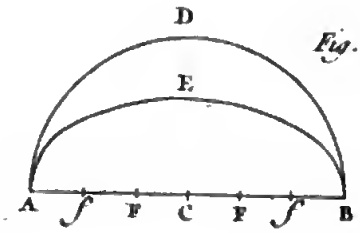


Fig. 29

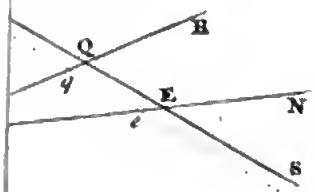


Fig 31.

Fig. 33.

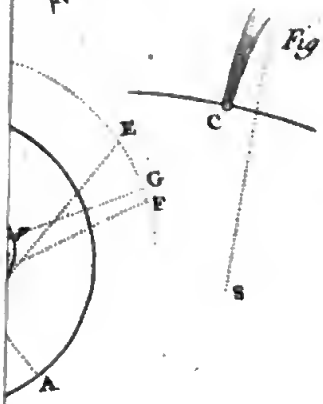
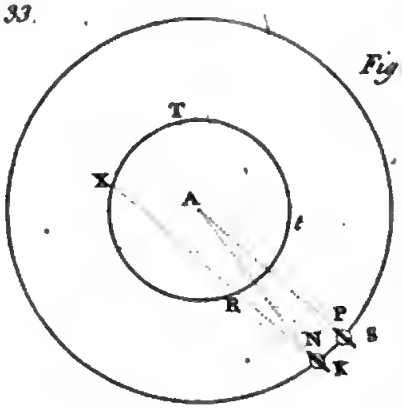


Fig 34.



phys. 4°

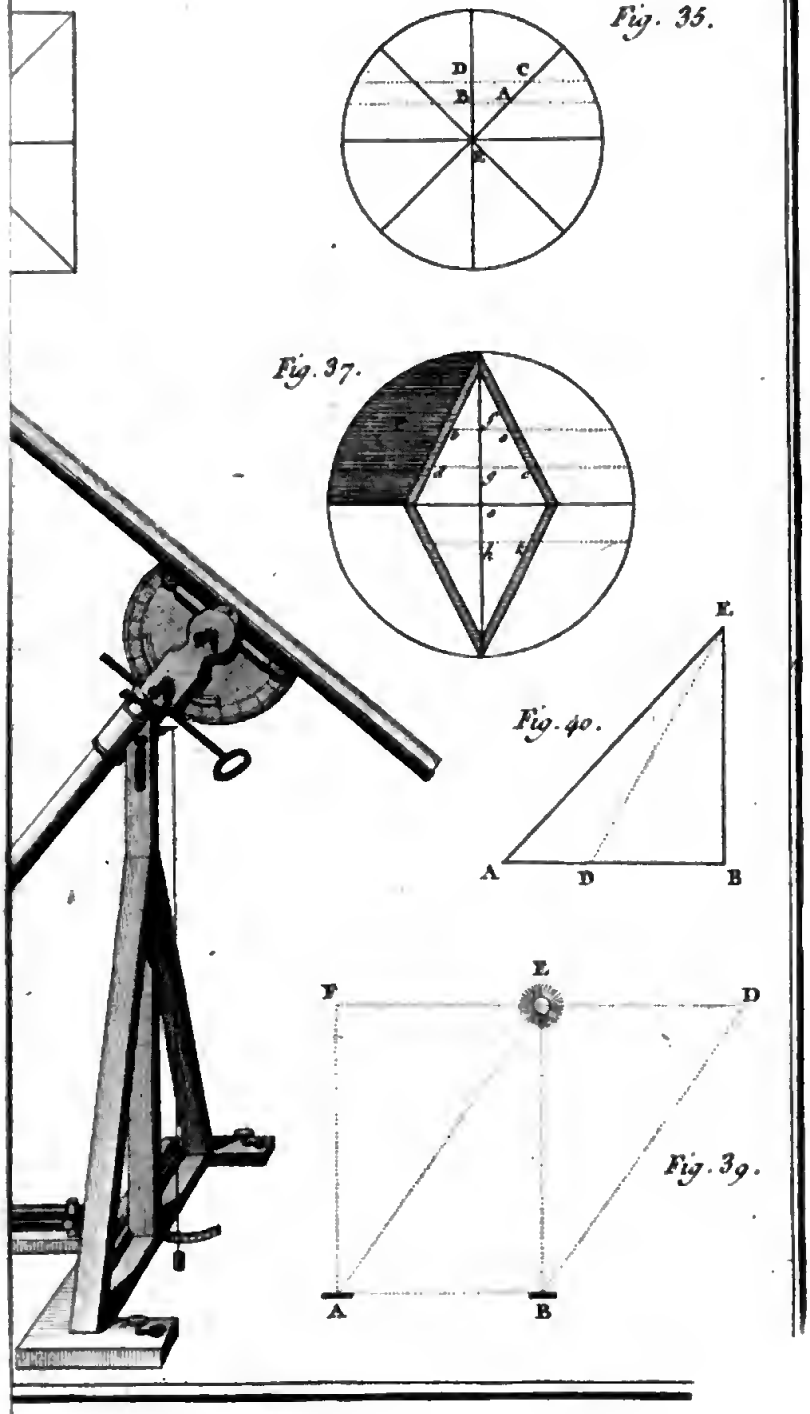


Fig. 40.

Fig. 39.

ILOC S.C - FIRENZE 1997

.5.120 (T.II)
oscuro carta, imbrachettatura (bylose H 30Dp; carta e velina giapponese). Guardie F(Inros 20321 e pelle uovo). Cucitura su 5 nervi (nervi canapa;fili lino).Capitelli naturali lino),poggianti sotto cartonella a cordoni fascicoli; capitelli annodati doppi (cotone ritorto fiorentino). Quadernoni segnati incartonati (cartone filtrato e L.C. Fabriano). Intercalature in pelle naturale conciata (pelle capra,bylose H 30Dp,Vinavil 50). Coperta in 1/4 di pelle (pelle capra; carta fiore Fabriano; bylose H 30Dp; Vinavil 50).

Digitized by Google

CD5643070